Die Blattstiele der Farne.

Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

der

philosophischen Facultät

der

Universität Leipzig

vorgelegt

von

Karl Thomae
aus Flacht.

Berlin.
Druck von G. Bernstein.
1886.

Die Blattstiele der Farne.

Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

der

philosophischen Facultät

der

Universität Leipzig

vorgelegt

von

Karl Thomae
aus Flacht.

Berlin.
Druck von G. Bernstein.
1886.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545809_0188

(Separat-Abdruck aus Pringsheim's Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik, Band XVII.)

Einleitung.

Die ersten Untersuchungen über den anatomischen Bau der Farnblattstiele wurden von Presl in der Abhandlung „Die Gefässbündel im Stipes der Farrn“ (Prag 1842) veröffentlicht. Der Verfasser suchte darin die Verschiedenheiten in der Querschnittsform der Gefässbündel als systematische Unterscheidungsmerkmale zu verwerthen, machte jedoch gleichzeitig darauf aufmerksam, dass eine Systematik auf jene Verschiedenheiten allein nicht begründet werden könne. — Letzteres versuchte Reichhardt in seiner Schrift „Ueber Gefässbündelvertheilung im Stamm und Stipes der Farne“ (Wien 1859); er wollte damit der Paläontologie ein Mittel zur Unterscheidung fossiler Farnreste an die Hand geben. — Diese von den beiden genannten Forschern angeregte Frage über die Möglichkeit einer auf Grund des anatomischen Baues der Blattstiele aufgebauten Systematik der Farne wurde von den späteren Anatomen und Systematikern ausser Acht gelassen; bei letzteren finden wir nur hier und da beiläufige Notizen über Zahl oder Form der Gefässbündel auf dem Blattstielquerschnitt. — Presl und Reichhardt behandeln lediglich die Querschnittsformen der Gefässbündel, ohne auf weitere anatomische Details einzugehen;

die ersten Angaben über den feineren anatomischen Bau der Vegetationsorgane wenigstens einer Familie wurden von de Vries und Harting in der „Monographie des Marattiacées (Düsseldorf et Leyde 1853) gemacht, und dieselben haben im Ganzen heute noch Gültigkeit. Weitere werthvolle Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Farne lieferte Mettenius in seinen beiden Abhandlungen „Ueber den Bau von Angiopteris“ und „Ueber die Hymenophyllaceen“ (Aus den Abhandl. d. math.-phys. Klasse d. K. Sächs. Ges. d. Wissensch., Bd. VI u. VII), ferner Milde durch die „Monographia generis Osmundae“, welche letztere Abhandlung jedoch von den späteren Forschern übersehen wurde. Ein Gleiches gilt von der 1869 erschienenen sehr verdienstvollen Untersuchung Trécul's „Position des trachées dans les fougères“ (Ann. d. sc., V. sér., t. X u. XII). Behandelte Mettenius in seiner zuerst citirten Schrift hauptsächlich die Gefässsbündelvertheilung im Stamm, so ist es das Verdienst Trécul's, vorzugsweise den Bündelverlauf im Blattstiel in klarer und übersichtlicher Weise richtig beschrieben zu haben, wobei er hinsichtlich der Abzweigung der Bündel von denen des Stammes Mettenius in einigen Punkten berichtigt. Dadurch, dass Russow in seinen 1872 erschienen „Vergleichenden Untersuchungen“ die Abhandlung Trecul's nicht berücksichtigt, finden wir sie auch in den späteren Arbeiten, welche alle die „Untersuchungen“ Russow's zur Grundlage haben, nicht erwähnt. — Von der neueren hierher gehörenden Literatur seien noch angeführt:

Prantl: „Untersuchungen zur Morphologie der Gefässkryptogamen“, Heft I: Die Hymenophyllaceen, Heft II: Die Schizaeaceen (Leipzig 1877).

Haberlandt: „Ueber collaterale Gefässbündel im Laube der Farne“ (Sep.-Abdr. aus d. LXXXIV. Bd. d. Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien 1881).

Potonié: „Die Beziehungen zwischen dem Spaltöffnungssystem und dem Stereom bei den Blattstielen der Filicineen“ (Jahrb. d. K. bot. Gartens zu Berlin, I, 1881), und „Ueber die Zusammensetzung der Leitbündel bei den Gefässkryptogamen (Ebendaselbst, II, 1883).

Terletzky: „Anatomie der Vegetationsorgane von Struthiopteris germanica und Pteris aquilina“ (Jahrb. f. wiss. Botanik von Pringsheim, Bd. XV, Heft 3).

Einige, specielle Punkte betreffende Literatur wird unter dem Texte vermerkt sein.

Wie aus den vorstehenden Angaben hervorgeht, sind die Blattstiele der Farne nur selten für sich allein zum Gegenstand der Untersuchung gemacht worden, und wenn es der Fall war, beziehen sich die Untersuchungen nur auf einzelne Gewebe. — Die hervorvorragende Stellung, welche unter den Vegetationsorganen der Farne die Blattstiele einnehmen, liess es wünschenswerth erscheinen, unter Zusammenstellung und Prüfung der vorhandenen Angaben eine neue den Gesammtbau der genannten Organe umfassende Untersuchung vorzunehmen. Doch war es nicht diese Erwägung allein, welche den Anstoss zu vorliegenden Untersuchungen gab, es kam für mich namentlich die von Reichhardt angeregte, seitdem aber nicht mehr beachtete Frage in Betracht, ob es möglich sei, der Paläontologie eine auf anatomischen Verschiedenheiten der Blattstiele beruhende Systematik der Farne zu schaffen. — Es kommen hierbei allerdings nur diejenigen Gewebe in Frage, welche bei den Fossilien erhalten sind; deutlich sind meist erhalten das mechanische Gewebe, die Gefässtheile und der Umriss des Gefässbündels, falls dasselbe von einer festeren Scheide umgeben war; die weicheren Gewebe sind meist zerstört. Da nun das mechanische Gewebe im Quer- und Längsschnitt und das Xylem in letzterem ausserordentlich einförmig ist, so kann für derartige Untersuchungen nur die Querschnittsform des Bündels und speciell des Xylems von Belang sein. Es mussten hierbei die Untersuchungen Trécul's, auf welche ich durch de Bary (Vergl. Anatomie, p. 325 u. 355) aufmerksam gemacht worden war, von besonderer Wichtigkeit sein, da aus denselben hervorgeht, dass die Querschnittsform des Gefässbündelsystems im Verlaufe der Gefässbündel verschiedene Veränderungen erfährt. Da ich jedoch jene Untersuchungen nirgends erwähnt fand, legte ich kein besonderes Gewicht darauf, und begann meine Arbeiten, ohne darauf Rücksicht zu nehmen; die Ergebnisse aber waren in den Hauptpunkten mit denen Trécul's übereinstimmend. In verschiedenen weniger wichtigen Punkten nur bedürfen letztere der Be-

richtigung oder Vervollständigung; ferner glaubte ich einige schwer zu beschreibende Verhältnisse durch Beigabe von Abbildungen leichter verständlich machen zu können. — Auf die aus Trécul's und meinen Untersuchungen sich ergebenden Resultate in Bezug auf die Paläontologie werde ich am Schlusse meiner Arbeit zurückzukommen haben.

Zunächst werde ich auf eine vergleichende Betrachtung der einzelnen Gewebeformen eingehen, um dann in einem zweiten Abschnitte eine Charakteristik der verschiedenen Familien zu geben.

I. Morphologie der Gewebe.

1. Hautgewebe, Epidermis.

Russow[1]) giebt an, dass die „Epidermis der Blattstiele und Rippen aus meist sehr lang gestreckten, wenig oder gar nicht gefärbten, ziemlich derbwandigen Zellen gebildet wird". — Was zunächst die Länge der Zellen angeht, so fand ich, dass bei dickeren Stielen dieselbe nicht so bedeutend ist als bei dünnen; so übertrifft bei den Marattiaceen- und grossen Cyatheaceenstielen der Längsdurchmesser der Epidermiszellen den Querdurchmesser kaum um das drei- bis vierfache, während bei den schlanken Polypodiaceenstielen ersterer den letzteren um das fünfzehnfache übersteigen kann. Die radialen Längswände sind in der Regel parallel, die Querwände sind gegen sie geneigt, seltener senkrecht auf ihnen; auch eine dachförmige Zuschärfung der Zellenden ist nicht selten. Meist sind die Wände gerade; gewellte Wände fand ich bei Blechnum boreale, B. cartilagineum und in geringerem Maasse bei B. punctulatum. Die Zellen sind in diesen Fällen schmal und ziemlich lang, und die Wellung ist sehr regelmässig (Taf. VII, 5). Da die betreffenden Stiele dünn, verhältnissmässig lang und ziemlich starken Biegungen ausgesetzt sind, hat sie offen-

1) l. c. p. 86.

bar den Zweck, den Zusammenhalt der Zellen zu festigen. Unregelmässig aus- und eingebuchtet sind, wie schon Milde[1]) beschrieben hat, die Wände der Epidermiszellen in der Mitte der Blattbasis von Osmunda und Todea; sie weichen öfter auseinander und lassen Lücken zwischen sich, die oft die Grösse einer Zelle erreichen und direct mit den darunter liegenden Intercellularräumen communiciren (Taf. VII, 6a—b). Am schönsten fand ich ich sie bei Todea barbara, kleiner bei Osmunda regalis und O. cinnamomea. — Mit Ausnahme der Aussenwand lassen die Wände nur selten eine Tüpfelung vermissen; die Längswände sind sparsamer, die Querwände oft sehr reichlich getüpfelt. Zuweilen sind die Wandungen ausserordentlich verdickt und gelb bis rothbraun tinguirt, die Zellen haben dabei eine bedeutende Länge und zugeschärfte in einander gekeilte Enden, kurz, haben alle Eigenschaften mechanischer Elemente. Es ist dies namentlich bei solchen Stielen der Fall, die bei geringem Durchmesser relativ sehr lang sind und eine bedeutende Lamina zu tragen haben (Adiantum concinnum A. trapeziforme). Was die chemische Beschaffenheit der Zellwände anlangt, so zeigen dieselben vielfach Verholzung. Diese ist in ihrem Auftreten sehr wechselnd; von den nächstverwandten Formen findet sie sich bei der einen, während sie der anderen fehlt; ferner richtet sie sich nach dem Alter des Stieles, indem sie gewöhnlich vollendet ist, wenn der letztere seine definitive Gestalt gewonnen hat; sie kann aber auch erst viel später auftreten. — Ueber die Cuticula ist nichts zu bemerken; von Kieselsäureeinlagerungen unter derselben hat schon Prantl[2]) bei Schizaea und Aneimia berichtet. — Der Inhalt der Epidermiszellen ist meist farblos; zuweilen enthalten sie Chlorophyll.

In der Jugend tragen die Epidermiszellen eine Menge von Haarbildungen, welche sich bei manchen Stielen bis ins spätere Alter erhalten, namentlich in der Nähe der Basis. Gewöhnlich aber werden sie abgeworfen, und ihre Insertionsstelle kennzeichnet sich, wenn sie aus einer Zelle entstanden waren, als ein kleiner Ring auf der Aussenwand derselben, welcher, von oben gesehen, fast wie

1) l. c. p. 86.
2) Schizäaceen p. 33.

ein Loch in der Wand aussieht; waren die Haare aus mehreren Zellen entstanden, so hinterlassen sie beim Abfallen eine Warze, welche aus den gewöhnlich tief braun gefärbten Basalzellen der Haare besteht. Diese Haarbildungen sind zuerst von Presl[1]), dann eingehend von Russow[2]) beschrieben worden. — Bei einigen Cyatheaceen finden sich länger persistirende stachelartige Emergenzen, an deren Entstehung auch unter der Epidermis liegende Zellschichten Theil zu haben scheinen (Alsophila aspera).

2. Mechanisches Gewebe.

Das mechanische Gewebe tritt in den Farnblattstielen in drei Formen auf. — Die grösste Bedeutung kommt dem Sklerenchym (im Sinne von Russow und de Bary) zu. Es kommt in prosenchymatischer und parenchymatischer Form vor.

Die prosenchymatischen Sklerenchymelemente oder Sklerenchymfasern sind ziemlich lang, stets verholzt und tragen linksläufige spaltenförmige Tüpfel. Die Dicke der Wände übersteigt im Allgemeinen nicht ein Drittel des Lumendurchmessers an der weitesten Stelle der Zelle; bedeutend fast bis zum Schwunde des Lumens verdickte Wände finden sich nur selten bei dünnen, dabei aber ziemlich langen Stielen, wie bei Polypodium Moritziana, Gymnogramme Boucheana, Allosorus falcatus, A. rotundifolius u. a. Die Wände sind alsdann stets gelb bis dunkel rothbraun gefärbt. Diese Färbung ist auch sonst bei den Sklerenchymfasern nicht selten, in der Mehrzahl der Fälle allerdings sind die Wände farblos. Die braun gefärbten Wände ändern auf Zusatz von Phloroglucin und Salzsäure ihre Farbe nicht, stehen aber jedenfalls in ihrer chemischen Beschaffenheit den auf Zusatz der genannten Reagentien sich roth färbenden Wänden sehr nahe. Es scheint mit der gelben oder braunen Farbe eine grössere Härte verbunden zu sein. — Zuweilen sind die Sklerenchymfasern durch zarte Querwände septirt (Marattiaceen). — Durch sehr frühzeitiges Auftreten von Querwänden entstehen, wie Mettenius[3]) gezeigt hat,

1) l. c. p. 167.
2) l. c. p. 84.
3) „Ueber die Hymenophyllaceen“ p. 423.

die von ihm bei einigen Trichomanesarten entdeckten und ausführlich beschriebenen „Deckzellen“; seine Angaben darüber fand ich bestätigt. — Die Sklerenchymfasern bilden die Hauptmasse des mechanischen Gewebes der Farnblattstiele; zu einem peripherischen Cylinder vereinigt, verleihen sie dem ganzen Stiele seine Biegungsfestigkeit.

Die parenchymatischen Sklerenchymzellen stehen den Sklerenchymfasern oft ausserordentlich nahe; bei bedeutender Länge tragen sie dann noch spaltenförmige linksläufige Tüpfel. In anderen Fällen sind die Tüpfel nicht mehr spaltenförmig, sondern rund, es werden dann die Zellen kürzer, wobei eine ganze Reihe von Abstufungen besteht. Als specifisch mechanische Elemente haben wir sie noch anzusehen, so lange der Längsdurchmesser den Querdurchmesser noch etwa um das Zehnfache übertrifft; die Dicke der Wand ist dann noch dieselbe wie bei den Sklerenchymfasern, ebenso die chemische Beschaffenheit derselben; auf dem Querschnitt ist der äussere und innere Contour der Zellwand rund. Werden die Zellen noch kürzer, nähern sie sich mehr den Grundparenchymzellen; die Wände werden dünner, der Querschnitt der Zelle wird polygonal, erst zuletzt verschwindet die Verholzung. — Die parenchymatischen Sklerenchymzellen haben meist lebenden Inhalt, der mir sogar zuweilen bei den Sklerenchymfasern vorzukommen schien. — Während letztere, wie bemerkt, das stützende Gewebe des ganzen Stieles zusammensetzen, bilden erstere die festen Belege oder Scheiden der Gefässbündel, wie sie vorzugsweise bei den Cyatheaceen vorkommen. Doch findet man hier und da in diesen Scheiden auch Sklerenchymfasern.

Die zweite Hauptform, in der das mechanische Gewebe in den Farnblattstielen vorkommt, ist das Collenchym. Es besteht aus langen, prosenchymatischen Zellen, welche runde Tüpfel tragen und einen lebenden Plasmakörper mit Chlorophyll führen. Es tritt nur in den unteren Theilen der Marattiaceenstiele stellvertretend für die Sklerenchymfasern auf und geht nach oben in letztere über.

Die dritte Form des mechanischen Gewebes gehört zum Kritenchym Russow's[1]); es sind seine „Stützscheiden“. Die Zellen derselben haben die Form der Grundparenchymzellen; eine ihrer Wände

1) l. c. p. 102, 169.

ist stark verdickt, dunkel rothbraun gefärbt, und von zahlreichen, manchmal verästelten Porenkanälen bis zur Mittellamelle durchsetzt. Die ihr gegenüber liegende Wand hat die Beschaffenheit der Wände der Grundparenchymzellen, sie ist dünn und farblos; diejenigen Wände, welche die beiden ersteren verbinden, sind da, wo sie an die verdickte Wand anstossen, ebenfalls verdickt; die Dicke nimmt aber nach der dünnen Wand zu rasch ab und ist zuweilen schon in der Mitte nicht mehr bedeutender als die der letzteren. Die so beschaffenen Zellen bilden zusammentretend Scheiden, welche der Schutzscheide der Gefässbündel direct aufliegen und zwar so, dass meist die verdickte, seltener die dünne Wand mit der Wand der Schutzscheidenzelle zusammenfällt. Die Scheiden umgeben häufig das ganze Gefässbündel, oft aber auch nur einen Theil desselben; sie kommen fast nur bei den Polypodiaceen vor. Es kann vorkommen, dass die Scheide an einzelnen Stellen mehrschichtig ist; es nimmt dann die Dicke der Wände erst in der vom Gefässbündel aus am äussersten gelegenen Zellschicht in der oben geschilderten Weise ab.

3. Secretbehälter.

Die Secretbehälter der Farnblattstiele sind zweierlei Art, entweder Zellen oder schizogen entstandene Gänge. — In der Blattbasis der Marattiaceen kommen zahlreiche, meist isolirte Zellen vor, welche die Gestalt der Grundparenchymzellen haben und einen schleimigen anilinrothen Inhalt führen. Derselbe färbt sich auf Zusatz von Eisenchlorid schwarz, ist also gerbstoffhaltig. Die Zellen sind oft so häufig, dass das Parenchym schön roth gefärbt erscheint; zuweilen liegen sie in Gruppen zusammen. Auch zwischen den Zellen des Sklerenchymcylinders kommen Zellen mit gleichem Inhalte vor, sie sind spindelförmig, dünnwandig und hier und da etwas weiter als die Sklerenchymfasern. Ihnen nahestehend sind die ebenfalls bei den Marattiaceen, aber auch sonst in grosser Verbreitung vorkommenden Schläuche mit gelbem oder braunrothem gerbstoffhaltigen Inhalt. Sie erreichen eine nicht unbeträchtliche Länge und sind meist so gelagert, dass sich ihre Enden seitlich aneinander legen (Taf. VII, 7a); sie können aber auch blind im Parenchym endigen. Ihre Weite übersteigt die der Parenchymzellen

nicht. Sie treten sowohl im Grundparenchym, als auch im Gefässbündel auf, in letzterem meist an bestimmten Stellen.

Wirkliche Gänge kommen fast nur bei den Marattiaceen vor (Taf. VII, 7b). Sie sind weiter als die Parenchymzellen, und ihre Wand wird von kleineren secernirenden Zellen gebildet, deren dem Innenraum des Ganges zugekehrte Wände sich oft in jenen hinein vorwölben. Ihr Inhalt ist farbloser gummiartiger Schleim. In ihrer Stellung zeigt sich bei den Marattiaceen eine gewisse Regelmässigkeit, indem sie in concentrischen Kreisen zu liegen scheinen (Tafel VI, 17). Die den einzelnen Kreisen angehörigen Gänge anastomosiren häufig mit einander und bilden so ein weitmaschiges Netzwerk, welches sich, da die Gänge schon dem unbewaffneten Auge sichtbar sind, leicht frei präpariren lässt; selten anastomosiren verschiedenen Kreisen angehörige Gänge. — Ausser bei den Marattiaceen beobachtete ich ähnliche Gänge nur noch bei Alsophila guianensis und A. Humboldtii.

Ziemlich regelmässig an der Innenseite des Sklerenchymcylinders vertheilt kommen bei Angiopteris evecta Gänge vor, welche von Sklerenchymelementen umschlossen sind. Dieselben sind aus einzelnen über einander stehenden parenchymatischen Zellen entstanden, deren Querwände oft noch theilweise erhalten sind, und führen vertrocknete Reste eines schleimigen Inhaltes.

4. Das Durchlüftungssystem.

Das Grundparenchym ist von zahlreichen Intercellularräumen von meist dreieckigem Querschnitte durchzogen, welche zwischen den abgestumpften Kanten der Zellen verlaufen und alle mit einander in Verbindung stehen. Von gewissen festen Inhaltsbestandtheilen wird weiter unten die Rede sein. Hier kommen sie nur als Luft führende und die Durchlüftung vermittelnde Organe in Betracht. Wäre der Sklerenchymcylinder überall geschlossen, so würde eine directe Communication der Luft der Intercellularräume mit der Athmosphäre unmöglich, da die Sklerenchymfasern fest in einander gekeilt sind, ohne Zwischenräume zwischen sich zu lassen. Bei den meisten Farnblattstielen wird jedoch eine Communication durch spaltenförmige Unterbrechungen des Sklerenchymcylinders hergestellt.

Die Gestalt und Anordnung dieser Spalten ist bei den einzelnen Familien verschieden und wird am besten bei der Besprechung derselben behandelt werden; der oben citirten Abhandlung von H. Potonié zufolge unterliegt sie mechanischen Gesetzen. — Sie sind von einem Gewebe erfüllt, welches die Durchlüftung möglichst erleichtert. — Häufig ist dasselbe dem Schwammparenchym der Lamina ähnlich ausgebildet. Die Zellen sind etwas in die Länge gestreckt, dünnwandig und chlorophyllhaltig; entweder ist ihre seitliche Berührungsfläche sehr gering, indem sie nach oben und unten hin verjüngt sind, so dass im Querschnitt langgestreckte Intercellularräume entstehen (Taf. VIII, 2), oder die Seitenwände fallen zum grössten Theile zusammen und lassen nur durch locales Auseinanderweichen Lücken von ovalem Querschnitt zwischen sich (Taf. VIII, 3). Im letzteren Falle sind diese Lücken so einander entsprechend gestellt, dass sie nach der Oberfläche des Stieles führende Canäle darstellen (Taf. VIII, 4). — Bei anderen Stielen ist das Füllgewebe der Spalten weniger charakteristisch ausgebildet, es besteht nur noch aus etwas gestreckten parenchymatischen Zellen mit abgestumpften Enden, zwischen welchen die Intercellularräume verlaufen; andrerseits kann es in seiner Ausbildung sich sehr dem Sklerenchym nähern, von dem es sich oft nur durch die abgestumpften Enden der Zellen unterscheidet. — In letzterem Falle sind natürlich die Wände verholzt. Die Verholzung kommt auch bei dünnwandigen Zellen vor; in andern Fällen sind deren Wände braun gefärbt und verkorkt.

Die Stellen über den Spalten des Sklerenchymcylinders sind gewöhnlich als Polster oder Riefen über der Blattstieloberfläche erhaben, nur an ihnen findet man Spaltöffnungen, in welchen schliesslich die das Füllgewebe durchsetzenden Intercellularräume endigen. Der Bau der Spaltöffnungen wurde nicht näher untersucht; in den untersuchten Fällen zeigten sie dieselbe Form, wie die der Lamina; zuweilen ragen sie etwas über die Epidermisoberfläche vor; unter dieselbe eingesenkt sind sie nie.

In einigen Fällen kommt es zur Ausbildung von lenticellenartigen Erscheinungen, von denen man wohl nur die bei den Marattiaceen regelmässig vorkommenden wirklich als Lenticellen bezeichnen kann. In den über den Spalten letzterer liegenden nicht sehr langen Polstern bildet sich in einem gewissen Alter ein Phellogen,

dessen Thätigkeit aber wohl nur darin besteht, die Epidermis zu sprengen, dann aber erlischt; die Zellen ausserhalb desselben und ein Theil der Phellogenzellen verkorken und färben sich tief braun. Genauer untersucht sind diese Lenticellen von O. Müller;[1]) später hat sie Potonié,[2]) welcher, wie es scheint, die Müller'sche Abhandlung nicht kannte, nochmals in einem kurzen Aufsatze beschrieben. — Bei den Cyatheaceen kommt es nicht zur Bildung eines Phellogens; die Epidermis der Polster reisst einfach auf und die unter dem Risse liegenden Zellen verkorken und färben sich braun. Es kann jedoch bei den Cyatheaceen ein Reissen der Epidermis überhaupt unterbleiben.

Bei Besprechung des Durchlüftungssystems müssen noch zwei Blattstiele erwähnt werden, welche den eigenthümlichen Bau der Wasserpflanzen zeigen, d. h. von zahlreichen Luftgängen durchzogen sind. Es sind Ceratopteris thalictroides (Taf. VI, 3) und Lomaria zamioides, von welchen erstere eine Wasserpflanze, letztere eine Sumpfpflanze ist.

5. Grundparenchym.

Unter Grundparenchym verstehe ich das nach Abzug der bisher besprochenen Gewebe und des Leitbündelgewebes übrig bleibende, dünnwandige Gewebe. Es besteht in grösseren Blattstielen aus fast isodiametrischen Zellen; in der Nähe des peripherischen Sklerenchymcylinders und der Gefässbündel sind die Zellen gewöhnlich in die Länge gestreckt; bei dünnen Stielen, wo nicht viel Platz zwischen jenen beiden Geweben ist, haben sie eine schmale prismatische Gestalt. In der Regel sind die Wände farblos und färben sich auf Zusatz von Chlorzinkjod blau. Die von Russow[3]) beschriebene dendritische Zeichnung von blauen Linien, welche auf Zusatz dieses Reagenzes zuerst entsteht und erst nach längerer Einwirkung desselben durch die allgemeine blaue Farbe verdeckt wird, bemerkte

1) Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte und Verbreitung der Lenticellen, (Leipz. Dissert.) p. 35 ff.

2) Anatomie der Lenticellen der Marattiaceen, (Jahrb. d. k. bot. Gart. zu Berlin, I.)

3) l. c. p. 82.

ich ebenfalls, konnte aber auch keine Erklärung dafür finden. — Bei einer Anzahl von Blattstielen sind die Wandungen der Parenchymzellen braun gefärbt (Pteris tremula, Pt. flabellata u. a.). — Die Tüpfel der Wand sind meist rund und ziemlich gross; auf den Querwänden liegen die grössten nach dem Rande zu und zwar oft so dicht zusammen, dass die dickeren Partieen der Wand nur noch ein Netzwerk darstellen. — Die Zellen des Grundparenchyms führen plasmatischen Inhalt, in den unteren Theilen der Stiele oft ziemliche Mengen von Stärke, und häufig Chlorophyll. — Wenn man Marattiaceenstiele in Alkohol aufbewahrt, so bilden sich nach einigen Tagen in den Parenchymzellen grosse Sphärokrystalle. Dieselben sind zuerst von Russow[1]) beschrieben und später von Hansen[2]) genauer auf ihre chemische Zusammensetzung untersucht worden. Nach den Angaben Hansens bestehen sie aus phosphorsaurem Kalk.

Wir müssen hier einer in letzter Zeit vielfach erörterten Frage näher treten, nämlich der Frage über den Zusammenhang der Protoplasmakörper benachbarter Zellen und über das Vorkommen von Protoplasma in den Intercellularräumen.

In der oben citirten Abhandlung hat Terletzky beides nachgewiesen für das Parenchym der Rhizome und Blattstiele von Struthiopteris germanica und Pteris aquilina. Was zunächst den Zusammenhang der Plasmakörper betrifft, so bemerkte ich die (p. 454) erwähnte Punktirung der Tüpfel ebenfalls, konnte aber nicht mit Sicherheit nachweisen, dass die Mittellamelle von feinen Fäden wirklich durchsetzt wird; indessen möchte ich diesen Misserfolg vielmehr auf mangelnde Uebung in derartigen Präparationsmethoden schieben, als die Existenz der Verbindungen negiren.

Betreffs des Vorkommens von Plasma in den Intercellularräumen müssen wir zunächst die Notizen beachten, welche uns überhaupt von dem Auftreten fester Substanzen in den Intercellularräumen berichten. Auf derartige Erscheinungen hat zuerst Luerssen[3]) aufmerksam gemacht und ihre weite Verbreitung bei den Farnen

1) l. c. p. 110—117.

2) Ueber Sphärokrystalle, Arbeiten d. bot. Inst. i. Würzburg, Bd. III.

3) Bot. Ztg. 1873, 641, Taf. VI. Sitzungsber. d. naturf. Ges. zu Leipzig, 1875, No. 7.

constatirt. Es ragen nämlich von der Zellwand in den Intercellulargang faden-, papillen- oder knötchenförmige Gebilde hinein, welche zuweilen bis zur gegenüberliegenden Wand reichen, oft aber frei in dem Gang endigen; in letzterem Falle sind ihre freien Enden häufig keulig angeschwollen. Die Gebilde sind entweder sehr zahlreich und bilden, da sie meist in einander verschlungen sind, eine filzartige, einem Pilzmycel ähnelnde, Ausfüllungsmasse des Ganges, oder sie sind vereinzelt und erscheinen dann meist als gerade den Gang theilweise oder ganz durchsetzende Fäden. Manchmal hat es das Aussehen, als ob dieselben der Wand des Ganges anlägen. Sie sind farblos, oft etwas stärker lichtbrechend als die Zellwand, häufig aber auch wegen ihrer Durchsichtigkeit kaum zu erkennen. Luerssen hält die Gebilde für Producte der Zellwand, bestehend aus schwach cuticularisirter Substanz.

Dieselben Gebilde bemerkte auch Russow[1]) und er charakterisirt sie wie folgt: „Sehr auffallend ist ein feinkörniger Inhalt in den Intercellulargängen zahlreicher Farne, namentlich der Cyatheaceae, wie Alsophila, Dicksonia, Cibotium, unter den Polypodiaceen bei Pteris aquilina. An den frischen Schnitten im Wasser erscheinen die Intercellularen schwarz wie mit Luft erfüllt, doch bei näherer Untersuchung, namentlich an Längsschnitten, erwiesen sich die Gänge nicht gleichmässig mit Luft erfüllt, sondern wie mit einer Unzahl unregelmässiger eckiger Luftbläschen vollgestopft. Bei längerem Liegen der Schnitte in Chlorzinkjod oder nach Behandlung mit Jod und Schwefelsäure, schwindet die Luft mehr oder weniger vollständig, und nunmehr erscheinen die Intercellularen wie mit einer zarten, grumösen, körnigen braunen Masse angefüllt; die Körnchen haften einander und den Wänden der angrenzenden Zellen fest an. Ich vermag mir diese Erscheinung nur durch die Annahme zu erklären, dass die körnige Masse aus Protoplasma entstanden, welches durch die Perforationen der Zellwand in die Intercellularen gedrungen. Ebenso glaube ich mich nicht zu irren, wenn ich die zapfenartigen cutisirten(?) in die Intercellulargänge hineinragenden Vorsprünge der Zellwände bei Aspidium Sieboldi, Blechnum brasiliense u. a., oder die durch die Untersuchungen

1) Sep.-Abzg. a. d. Sitzungsber. d. Dorpater naturf. Ges., Jahrg. 1883, Sept.

Luerssens bekannten Cuticularfäden in den Intercellularen der Marattiaceen für Gebilde halte, welche aus Protoplasmafäden hervorgegangen, die durch Perforationen der Zellwand in die Intercellulargänge gedrungen."

Russow scheint hiernach die von ihm beobachtete Erscheinung für etwas von den Gebilden bei den Marattiaceen Verschiedenes, wenn auch der Entstehung nach Uebereinstimmendes, zu halten: er kannte jedenfalls die zweite oben citirte Abhandlung Luerssens nicht, in welcher das Vorkommen der „Intercellularverdickungen" nicht nur bei den von Russow angeführten Farnen, sondern bei fast sämmtlichen Gattungen nachgewiesen wird. Das von dem letztgenannten Forscher beschriebene Bild kann man überall, wo die Gebilde vorkommen, erhalten, wie auch aus folgender Bemerkung Luerssens in der zweiten Abhandlung (p. 77) hervorgeht: „Für das erste Aufsuchen ist es stets am zweckmässigsten, die Präparate nicht unter der Luftpumpe luftfrei zu machen, weil namentlich bei sehr zarten Fäden und Stacheln diese in den noch mit Luft gefüllten Intercellulargängen wie silberglänzende Streifen erscheinen."

Die Beobachtungen Terletzkys stimmen mit denen Russows nicht überein. Er sagt:[1]) „Wenn man nämlich aus einem frischem (lebenden) Rhizom von Struthiopteris Schnitte macht und sie sofort untersucht, so findet man in den Zwischenzellräumen eine farblose bis hellgelbliche, feinkörnige Substanz, welche sich im Aussehen nicht vom Protoplasma unterscheidet. Durch Jodpräparate wird sie gelb, durch das Millon'sche Reagens roth gefärbt. Ich glaube also, diese Substanz mit Recht als Protoplasma zu bezeichnen. Dasselbe erfüllt die kleineren Räume gänzlich, während die grösseren Zwischenzellräume ebenso wie die Zellen selbst nur einen Wandbeleg von Protoplasma enthalten." — Bei der Besprechung von Pteris aquilina verweist Terletzky auf die citirte Stelle. — Die Abhandlungen von Lürssen waren ihm, wie es scheint, nicht bekannt.

Mit den Beobachtungen Terletzky's stimmen die meinigen nicht überein, vielmehr muss ich Russow und Luerssen beipflichten. Pteris aquilina hat sehr zahlreiche Fäden in den Intercellular-

1. c. p. 456.

räumen, daneben kommen auch knötchenförmige Gebilde vor. bei Struthiopteris finden sich nur spärliche Fäden. Daneben schienen mir allerdings öfters, nicht nur bei diesen beiden Farnen, kleine an der Wand haftende Körnchen vorhanden zu sein, welche die Reactionen des Protoplasmas zeigten; da sie nicht nur an frischem, sondern auch an Alkoholmaterial vorhanden sind, glaube ich kaum, dass sie durch den Schnitt in die Intercellulargänge hineingerissen wurden. — Was im allgemeinen das Verhalten der Fäden gegenüber den Reagentien anlangt, fand ich folgendes. In kalter Kalilauge veränderten sie sich nicht, beim Kochen verschwanden sie. Essigsäure war ohne Einfluss; auf Zusatz von concentrirter Schwefelsäure schienen sie manchmal aufzuquellen, gelöst wurden sie nie, waren aber dann meist so durchsichtig, dass sie kaum noch zu erkennen waren. Auf Zusatz von Jodkalium nehmen namentlich die papillen- oder knötchenförmigen Gebilde eine gelbe ganz der des Plasmas gleichende Farbe an und zeigen eine feine Körnelung, welche auf Zusatz von Schwefelsäure noch deutlicher wird; andere verändern sich gar nicht oder nehmen mit Jod und Schwefelsäure oder Chlorzinkjod eine schwach bläuliche Farbe an. — Hieraus glaube ich den Schluss ziehen zu können, dass wenigstens ein Theil der fadenartigen Gebilde aus protoplasmatischer Substanz besteht. Die übrigen mit Jod sich nicht gelb färbenden Gebilde halte ich aber ebenfalls für plasmatische Substanz, welche jedoch schon in irgend einer Weise modificirt ist. Dass Luerssen die Gebilde für Cuticularbildungen hält, mag vielleicht durch die erwähnte Gelbfärbung derselben veranlasst sein.

Es würden demnach die Intercellularräume der meisten Farnblattstiele, — und man darf wol dann von den Stämmen das Gleiche annehmen, — plasmatische Substanz enthalten. Nach Terletzky steht auch diese mit dem Zellplasma in Verbindung. Durch eine entwicklungsgeschichtliche, sich speciell mit den besprochenen Fragen beschäftigende Untersuchung hoffe ich meinen Vermuthungen baldigst eine festere Grundlage geben zu können. Die Litteratur über diese für die Physiologie hochwichtige Frage über die Continuität des Plasmas im allgemeinen findet sich in dem Nachtrage der Terletzky-schen Abhandlung.

6. Die Gefässbündel.

Ehe wir auf die Besprechung der anatomischen Eigenthümlichkeiten der Gefässbündel eingehen, wird es rathsam sein, zuerst die äussere Form und den Verlauf[1]) derselben zu betrachten, um uns dann auf letztere zurückbeziehen zu können.

Selten tritt nur ein Gefässbündel in den Blattstiel ein. Es ist dies der Fall bei den Hymenophyllaceen, Schizaeaceen, Gleicheniaceen, Osmundaceen und einigen Polypodiaceen.

Bei den Hymenophyllaceen und Schizaeaceen ist das Gefässbündel entweder walzenrund, oder auf der nach oben gekehrten Seite etwas abgeflacht; häufig ist es auch im Querschnitte herzförmig oder wird einem V ähnlich, dessen unter ziemlich stumpfem Winkel zusammenstossende Schenkel der Oberseite des Blattstiels zugekehrt sind. Letztere beide Formen haben auch die wenigen Polypodiaceen mit nur einem Gefässbündel. (Taf. VI, 20.)

Bei den Gleicheniaceen und Osmundaceen stellt das Gefässbündel eine Rinne mit einwärts gebogenen Rändern dar; dieselbe verflacht sich nach aufwärts, und ihre Oeffnung ist der Oberseite des Stieles zugekehrt. Bei den Osmundaceen ist im Querschnitte das Bündel einem Kreisbogen mit eingeschlagenen Enden ähnlicher, welcher annähernd mit der Peripherie des Querschnittes parallel verläuft, während es bei den Gleicheniaceen mehr die Form eines V anzunehmen sucht. (Taf. VII, 1a, 3a.)

Treten zwei Gefässbündel in den Blattstiel ein, so verlaufen sie meist etwas der Oberseite genähert zu beiden Seiten der Medianlinie; sie haben elliptischen Querschnitt und die Hauptaxen der Ellipsen convergiren nach der Unterseite des Stieles. Eine Strecke weit laufen sie isolirt neben einander her, allmählich nähern sie sich und vereinigen sich schliesslich mit ihren unteren Kanten; die entstehende Querschnittsfigur gleicht ganz den Figuren der Stiele mit nur einem Bündel. (Taf. V, 1, 2, 3a, 5a—b.) Hierher gehören eine Anzahl von kleinen Polypodiaceenstielen, (Phegopteris, Blechnum u. a.). — Bei grösseren Stielen finden wir statt der Stränge Platten, deren der Unterseite zugekehrte Kanten

1) Vgl. hierbei die citirte Abhandlung von Trécul.

convergiren. Sie sind manchmal leicht gekrümmt und haben einen hantel- oder schenkelknochenförmigen Querschnitt. (Taf. V, 4a, 6.) Auch diese Bündel vereinigen sich weiter oben; gewöhnlich krümmen sich zuvor die unteren Kanten nach innen, so dass bei der Vereinigung eine untere Querplatte entsteht, welche mit den beiden seitlichen Platten nun ein Gefässbündel bildet. Die Rinne wird nach oben immer flacher, ganz oben ist der Querschnitt herzförmig (Taf. V, 4b). Diese Ausbildung finden wir namentlich bei den Asplenien und man kann sie als Asplenientypus bezeichnen. Doch kommt sie vereinzelt auch sonst vor, wie z. B. sehr schön bei Struthiopteris germanica (Taf. V, 6).

Bei einer anderen Gruppe wird die Zunahme des Leitbündelgewebes nicht durch Umwandlung der ovalen Bündel in Platten erreicht, sondern dadurch, dass mehrere Gefässbündel auftreten. Die ovalen Bündel rücken ziemlich weit nach der Oberseite, und kleinere runde Bündelchen liegen an der Unterseite zu einem Bogen geordnet, der parallel mit der Peripherie des Blattstielquerschnittes verlaufend die beiden ovalen Bündel verbindet (V, 9a.). Diese runden Bündelchen anastomosiren häufig unter einander und mit den ovalen Bündeln, letztere unter einander nie. Da dieselben durch dieses Verhalten, sowie durch ihre Form und Grösse, aber auch, wie wir noch sehen werden, durch ihren inneren Bau ausgezeichnet sind, will ich sie der Kürze halber Oberstränge nennen, die kleinen Bündelchen Unterstränge. — Um uns also eine Vorstellung von dem Gesammtbau dieses Gefässbündelsystemes zu machen, denken wir uns eine Rinne, welche von zahlreichen und so dicht stehenden langgestreckten Maschen durchbrochen ist, dass die übrig bleibenden Theile nur noch ein Netzwerk darstellen. Die Fäden dieses Netzwerkes sind die Unterstränge, die Oberstränge repräsentiren die beiden oberen Kanten der Rinne. Nach oben vermindert sich die Zahl der Maschen, also auch der Unterstränge auf dem Querschnitte; zuletzt bleibt nur noch der mittlere Unterstrang, der auch oft durch seine Grösse etwas vor den übrigen ausgezeichnet ist (Taf. V, 9b.). Er vereinigt sich entweder mit beiden Obersträngen zugleich, oder mit einem derselben; es kommt auch vor, dass er sich nur an einen anlegt, ohne sich vollends mit ihm zu vereinigen, sich dann wieder von ihm trennt und in gleicher Weise an den anderen herantritt, welcher Vorgang sich

einige Male wiederholen kann, bis endlich definitive Verschmelzung mit einem der Oberstränge eintritt. — Im ersten Falle entsteht durch die Vereinigung der drei Bündel ein schmales rinnenförmiges oder herzförmiges Bündel, welches im zweiten Falle durch das Zusammentreten der Oberstränge entsteht (Taf. V, 9c). Wenn man im Querschnitte eine Stelle trifft, an der gerade ein Bündel im Begriffe ist, eine Anastomose zu entsenden, ist natürlich der Querschnitt desselben nicht rund, sondern tangential verbreitert, und wenn der Schnitt so geführt ist, dass die Trennung von Bündel und Anastomose beinahe vollzogen ist, in der Mitte eingeschnürt. — Diese soeben beschriebene Ausbildung des Leitbündelsystems ist für die Aspidien typisch, weshalb ich sie als Aspidientypus bezeichne, doch findet sie sich auch bei vielen Polypodien. Eine Ausnahme macht hier Polypodium adnatum, bei welchem sich die Oberstränge schon vereinigen, wenn noch eine Anzahl der Unterstänge vorhanden ist (Taf. V, 11a—b).

Es ist klar, dass wenn nur zwei ovale Bündel in den Blattstiel eintreten, wir nur einen bestimmten Fall des Aspidientypus vor uns haben, es kommen eben keine Unterstränge mehr zur Ausbildung; der innere Bau der beiden Bündel ist vollkommen der der Oberstränge. Andererseits stehen den ovalen Bündeln die plattenförmigen des Asplenientypus sehr nahe, nur die äussere Form ist modificirt. Wir sind sonach wohl berechtigt, diese drei verwandten Formen, welche uns die überwiegende Mehrzahl der Polypodiaceen zeigen, zusammen zu fassen und allgemein von einem Polypodiaceentypus zu reden.

Bei einer Anzahl von Polypodiaceen ist das Gefässbündelsystem allerdings nicht nach dem allgemeinen Typus ausgebildet; sie bilden den Uebergang zu den Cyatheaceen. — Wir sehen hier zwei solcher plattenförmiger Bündel, wie sie der Asplenientypus zeigt, durch Unterstränge verbunden; die Platten sind eigenthümlich gekrümmt, so dass die Querschnittsfigur einem umgekehrten Ω ähnelt (Taf. V, 16, VI, 1). Die Unterstränge sind auf dem Querschnitt nicht mehr rund, sondern abgeplattet oder tangential gedehnt; bald nach ihrem Eintritt in das Blatt verschmelzen sie unter einander und mit den beiden seitlichen Platten zu einem Gefässbündel, welches dem des Asplenientypus in seinem oberen Theile ähnlich

ist. Am schönsten zeigt uns diese Ausbildung Hypolepis tenuifolia (Taf. V, 16); bei Hypolepis repens hat die Vereinigung der Bündel schon vor dem Eintritt in das Blatt stattgefunden; die beiden Schenkel der hufeisenähnlichen Querschnittsfigur sind nur leicht gekrümmt (Taf. V, 15). Eine ähnliche Ausbildungsweise haben wir bei Pteris; bei Pteris vespertilionis (Taf. VI, 1) ist sie analog derjenigen von Hypolepis tenuifolia, d. h. die Querschnittsform ist Ω-ähnlich, während Pteris tremula, entsprechend Hypolepis repens, die ausgesprochene Hufeisenform zeigt (Tafel V, 17). Am ähnlichsten einem Ω ist die Querschnittsform bei Pteris aquilina; doch müssen wir uns hier die beiden seitlichen Platten in mehrere Bündel aufgelöst denken (Taf. V, 18a). Der abgebildete Querschnitt lässt sich nur an der Basis des Stieles erhalten; weiter oben anastomosiren die Stränge in der unregelmässigsten Weise (Taf. V, 18b—d).

Denken wir uns an Stelle der beiden nach oben gerichteten Schenkel des umgekehrten Ω, 7-förmige Figuren, welche so gestellt sind, dass die oberen Haken der 7 einander und der Medianlinie zugewandt sind (ɔ7), erhalten wir eine Figur, wie sie für die meisten Cyatheaceen typisch ist. — Wir haben hier überall einen unteren Bogen, welcher dem bei Hypolepis tenuifolia (Taf. V, 16) von c—d entspricht, und die beiden 7förmigen Figuren, welche den beiden Obersträngen a und b entsprechen. Wie bei Pteris aquilina bestehen auch hier die den Obersträngen entsprechenden Figuren aus mehreren Bündeln, und zwar sind dieselben alle gleichgestaltet, in der Regel herzförmig; die Unterstränge haben dieselbe Form. — Bei dem Polypodiaceentypus sahen wir, dass die Oberstränge zwar mit den Unterssträngen communiciren, unter einander aber nie, hier haben wir ein umgekehrtes Verhalten. Die Querschnittsfigur wird nämlich selten von lauter einzelnen herzförmigen Bündeln zu Stande gebracht; gewöhnlich ist dies nur ganz unten im Stiele der Fall, doch kann auch hier schon eine Vereinigung einzelner Bündel bestehen (Taf. VI, 8); in der Regel vereinigen sich je einige Bündel seitlich zu einer gewellten Platte, die Platten vereinigen sich ebenfalls bald zu grösseren Platten. So können alle Unterstränge zu einer Platte zusammentreten, ebenso alle den Oberssträngen entsprechende Bündel (Taf. VI, 4a); doch niemals vereinigen sich zwei

Bündel, von denen das eine dem unteren, das andere dem oberen Bündelsystem angehört, mit einander. Dagegen kann eine Vereinigung der beiden den Oberströngen entsprechenden Figuren eintreten (Taf. VI, 4b). — Die Gefässbündelplatten können sich in ihrem Verlaufe wieder in kleinere Platten theilen, und diese sich wieder in derselben oder in anderer Gruppirung vereinigen; ganz oben erst tritt eine Vereinigung des Unterstrangsystems mit dem Oberstrangsysteme ein (Taf. VI, 4a—f). Es entstehen so in verschiedenen Höhen die verschiedensten Querschnittsbilder, und es kann vorkommen, dass bei ganz verschiedenen Arten an einer gewissen Stelle dieselben gleich oder doch sehr ähnlich sind (Taf. VI, 5b—4b). — Die beschriebene Ausbildung des Gefässbündelsystems ist, wie schon bemerkt, für die meisten Cyatheaceen typisch und ich bezeichne sie deshalb als Cyatheaceentypus.

Natürlich giebt es auch hier Ausnahmen, und zwar zeigen die Cibotien eine andere Ausbildung. Die unteren Kanten der beiden oberen Gefässbündelplatten sind ziemlich weit nach der Peripherie gerückt; der untere Bogen vereinigt sich bald nach dem Eintritt in den Blattstiel mit den oberen Platten zu einem Bündel, oder die Vereinigung hat schon vor dem Eintritt stattgefunden (Taf. VI, 10, 12).

Den Cibotien schliesst sich Dicksonia an (Taf. VI, 11, 15).

Die Marattiaceen zeigen uns eine ganz eigenthümliche Anordnung der Gefässbündel. Betrachten wir den sehr einfachen Querschnitt von Marattia laxa, so finden wir in der Anordnung der Bündel grosse Aehnlichkeit mit dem Querschnitte von Cyathea mexicana (Taf. VI, 6a, 18a); in beiden Fällen haben wir einen Kreis und in demselben, der Oberseite genähert, zwei zu beiden Seiten der Medianlinie liegende Bündel. Die Aehnlichkeit ist jedoch nur äusserlich. Cyathea mexicana ist ganz nach dem Cyatheaceentypus gebaut; denkt man sich nämlich in der Figur (Tafel VI, 6a) die beiden inneren Bündel durch eine nach beiden Seiten verlängerte gerade Linie verbunden, so gehören alle unterhalb derselben liegenden Bündel dem unteren Bogen an, wie man dies auch bei genauerer Beobachtung an der Stellung der beiden Endbündel desselben erkennen kann; die beiden inneren Bündel vereinigen sich im weiteren Verlaufe mit den beiden seitlich von ihnen oberhalb jener Verbindungslinie gelegenen Bündeln und geben sich dadurch

als die unteren Enden der oberen Figuren des Cyatheaceentypus zu erkennen (Taf. VI, 6b). Dagegen vereinigen sich bei Marattia die inneren Bündel mit den über ihnen stehenden Bündeln des äusseren Bündelkreises. Eine gewisse Aehnlichkeit zeigen auch die Querschnittsfiguren aus den oberen Theilen beider Stiele (Taf. 6c, 18c). — Complicirter als bei Marattia laxa sind die Querschnittsbilder der übrigen Marattiaceen. Statt der zwei Bündel im Innern findet sich ein zweiter Kreis und in diesem ein dritter u. s. f.; bei einem riesigen Blattstiel einer alten Angiopteris zählte ich sieben Kreise. Die Bündel eines jeden Kreises anastomosiren unter einander, diejenigen verschiedener Kreise nur an der Oberseite und zwar treten hier nach und nach alle Bündel des innersten Kreises an den nächst äusseren, bei dem sich dieser Vorgang wiederholt; die Kreise verschwinden also in centrifugaler Folge. Die Bündel der einzelnen Kreise können sich auch seitlich zu schmalen Platten vereinigen, was bei dem unteren Bündel des jedesmaligen innersten Kreises fast Regel ist (Taf. VI, 17). — Im obersten Theile des Blattstieles ist nur noch ein Kreis vorhanden, wie bei Marattia laxa gleich von Anfang an; die Bündel desselben vereinigen sich ebenfalls zu schmalen Platten, und die Querschnittsbilder aus den Blattstielspitzen aller Marattiaceen sind übereinstimmend (VI, 16d, 18b). Schliesslich bleibt auch hier nur ein einziges Bündel übrig. — Bei Marattia arguta sind die Bündel im Innern des peripherischen Kreises unregelmässig zerstreut, doch sie vereinigen sich bald zu einer gekrümmten Platte, die sich wieder in zwei Bündel theilt; die weiteren Vorgänge sind nun wie bei Marattia laxa. Man findet überhaupt dass ganz an der Basis die Anordnung der Bündel auch bei den anderen Marattiaceen nicht ganz regelmässig ist, und führt deshalb die Schnitte besser ein Stück von der Basis entfernt. — Das Princip, nach welchem die Marattiaceenstiele gebaut sind, ist ein einheitliches, denn es ist gleichgültig, ob im Innern statt der zwei Bündel von Marattia laxa einer oder mehrere Kreise auftreten; man kann deshalb hier von einem Marattiaceentypus reden.

Im Vorhergehenden haben wir den Verlauf der Gefässbündel in seinen allgemeinsten Zügen betrachtet, ohne auf deren Verzweigung Rücksicht zu nehmen, und wir müssen daher kurz darauf zurückkommen.

Bei Stielen mit nur einem Gefässbündel, also auch in den oberen Theilen der Stiele mit mehreren Bündeln, giebt dasselbe abwechselnd oder auch je nach der Stellung der Fiedern gleichzeitig nach beiden Seiten Aeste ab, und zwar liegen die Ansatzstellen derselben, wie sich namentlich bei Bündeln mit nicht rundem Querschnitte gut beobachten lässt, seitlich aber etwas mehr der Oberseite genähert. — Bei den Osmundaceen tritt das von dem Gefässbündel umschlossene Parenchym in Verbindung mit demjenigen, welches von dem gleichgestalteten Bündel der Fieder umschlossen wird. In der Cylinderfläche des Blattstielbündels befindet sich eine Masche, an deren unteren und hinteren Rand sich die Rinne des Fiedergefässbündels ansetzt. Die Maschen liegen am Blattstielbündel in zwei Längsreihen, da, wo dessen Ränder beginnen sich nach innen einzuschlagen. Auf dem Querschnitte ist an dieser Stelle das Gefässbündel zu einer seitlichen Schleife ausgezogen, welche gleichsam abgeschnürt wird, und sich dann erst mit ihrem oberen, dann mit ihrem unteren Ende von dem Blattstielbündel loslöst (Taf. VII, 3b).

Bei Gleichenia ist der Vorgang im Principe derselbe. Da jedoch dieser Blattstiel sich sympodial und zwar als Dichasium verzweigt, also die beiden seitlich sich ablösenden Bündel dieselbe Grösse haben, wie das mittlere der Hauptaxe, oder es gar übertreffen, so wird ein viel grösserer Theil des Bündels der Hauptaxe bei der Verzweigung in Mitleidenschaft gezogen; eine weitere Complication entsteht dadurch, dass die Verzweigung nach beiden Seiten gleichzeitig erfolgt, sowie durch die an und für sich complicirtere Gestalt des Gleicheniabündels. Die Einzelheiten des Vorganges (s. unten) lassen sich besser aus den Abbildungen erkennen, als beschreiben (Taf. VII, 1). Das Resultat der Verzweigung sind drei ziemlich gleichgrosse Bündel, welche dieselbe Form besitzen, wie das Bündel, aus welchem sie hervorgegangen sind.

Bei dem Polypodiaceentypus geben, wenn mehr als zwei Stränge vorhanden sind, nur die Oberstränge an ihrem oberen Rande Seitenäste ab; sind nur zwei Stränge vorhanden, erfolgt die Verzweigung ebenfalls von den oberen Kanten. Jeder der Stränge versorgt eine Seite (Taf. V, 10).

Bei dem Cyatheaceentypus, wo ein streng getrenntes oberes und unteres Strangsystem besteht, müssen sich, damit nicht ein

Missverhältniss eintritt, beide Systeme gleichmässig an der Verzweigung betheiligen. Bevor die Verzweigung beginnt, haben sich die Bündel bereits zu Platten vereinigt, und auch hier setzt sich, wie bei den Osmundaceen und Gleichenia, das von ihnen umschlossene Parenchym in das des Fiederblattes fort; nur ist es hier nicht eine offene Rinne, die sich an den Rand der Lücke im Blattstielbündel ansetzt, sondern eine geschlossene Röhre. Die Ansatzstellen liegen auch hier an den am meisten seitlich gelegenen Theilen der Blattstielbündel, da wo sie anfangen sich nach innen einzuschlagen (Taf. VI, 5b).

Die Ω-förmigen Zwischenformen zwischen Polypodiaceen- und Cyatheaceentypus zeigen meist die Verzweigungsweise der Cyatheaceen, indem sich die am meisten seitlich gelegenen Unterstränge an der Verzweigung betheiligen. Die einfacheren Hufeisenformen geben von ihren oberen Schenkelenden Seitenzweige ab (Taf. V, 17a—b).

Die Cibotien und Dicksonien, bei denen sich die beiden Strangsysteme bald zu einem einzigen Bündel vereinigen, schnüren zunächst seitlich, aber nicht ganz oben, eine Schleife ab, und das ganze Stück an welchem sie ansitzt, trennt sich dann ähnlich wie bei den Osmundaceen von dem Blattstielgefässbündel (Taf. VI, 12a—b).

Bei den Marattiaceen gehen die am meisten seitlich und oben gelegenen Bündel ganz in das Fiederblatt über, die benachbarten geben Seitenäste ab.

In zwei Fällen fand ich eine echt dichotome Verzweigung des Gefässbündelsystems, bei Aspidium dilatatum und bei Marattia arguta. Es tritt die eine Hälfte der Gefässbündel in den einen, die andere in den andern der Gabelzweige. Der Vorgang selbst ist aus den Figuren (Taf. V, 12, VI, 6) leicht ersichtlich.

Ganz im allgemeinen sei noch über die Verzweigung bemerkt, dass die Form der Gefässbündel der Fiederblätter mit der des Blattstielgefässbündels in dem oberen Theile des Stieles übereinzustimmen pflegt.

Wir kommen nun zur Besprechung der Gewebeanordnung im Innern der Gefässbündel. Die sie zusammensetzenden Gewebe sind: Tracheiden, welche in ihrer Gesammtheit den Gefäss-

oder Xylemtheil bilden, Siebröhren, die Elemente des Siebtheils, und Strangparenchym, welchen Ausdruck ich im Sinne Prantl's[1]) gebrauche. Diese drei Gewebeformen sind wesentlich; accessorisch sind die Secretbehälter und gewisse unten näher zu charakterisirende faserförmige Elemente. Die meist vorhandene Endodermis oder Schutzscheide betrachten wir als einen besonders modificirten Theil des Strangparenchyms.

Man bezeichnet die Gefässbündel der Farnblattstiele gewöhnlich als concentrisch und diese Bezeichnung trifft im ganzen zu. — Sehen wir zunächst von den Ausnahmen ab, so liegt der Gefässtheil am weitesten innen, bei Gefässbündeln von bandförmigem Querschnitt eine ähnliche Figur, bei solchen von mehr isodiametrischem Querschnitt eine compactere Masse bildend. Im ersteren Falle sind die Umrisse des Gefässtheils und des ganzen Bündels ungefähr parallel (Taf. VII, 3a, 4), im letzteren ist der des Gefässtheils oft complicirter. Regelmässig ist dies bei allen Oberständen des Polypodiaceentypus der Fall. Während hier der Querschnitt des Bündels ein mehr oder minder in die Länge gezogenes Oval, oder eine Figur des Asplenientypus darstellt, hat der des Xylems die Form eines Dreiecks mit einem zipfelartigen nach innen umgeschlagenen Fortsatz an der Spitze, oder eines Frage- oder Paragraphenzeichens und ähnlicher Figuren (Taf. VII, 2a, VI, 19, V 3b, 6). Bei der Vereinigung der Oberstränge vereinigen sich auch die Xylemtheile und zwar mit ihren unteren Enden. Es entstehen dann häufig, wenn die unteren Zipfel gegen einander gekrümmt waren, zangenförmige Figuren, die auch bei Stielen mit überhaupt nur einem Bündel recht häufig sind, oder wenn die unteren Enden von einander abgewendet waren, schwalbenschwanzähnliche Figuren (Taf. VI, 20, V, 14, 5a—b, 8a—b, 11c) u. dergl.

Die Tracheiden bilden bei ihrem Zusammentreten nicht immer eine festgeschlossene Masse, in der sich keine anderen Gewebeelemente finden, wie dies ja bei den Marattiaceen so ziemlich der Fall ist (Taf. VIII, 1); in weitaus den meisten Fällen sieht man zwischen den Tracheiden vereinzelte Parenchymzellen oder bandartige Gruppen derselben zerstreut (Taf. VIII, 6, VII, 2a—b), sowie es auch öfters

1) S. die citirten Abhandlungen.

den Anschein hat, als ob eine Tracheide, vollständig isolirt von den andern, ringsum von Parenchymzellen umgeben sei. In der That hat es nur so den Anschein; durch successive Querschnitte oder Längsschnitte überzeugt man sich leicht, dass solche scheinbar isolirte Elemente weiter oben oder unten seitlich mit gleichartigen Elementen in Verbindung stehen.

Der Siebtheil umgiebt den Gefässtheil als continuirliche Zone, welche nach aussen meist scharf durch eine Zone kleinerer Siebröhrenelemente, der „Protophloemzellen" Russow's abgegrenzt wird. Sein äusserer Umriss nähert sich mehr dem des Gefässbündels, sein innerer dem des Xylems. Er steht nie in directer Berührung mit letzterem, sondern ist immer durch Strangparenchym davon getrennt; letzteres umgiebt ihn auch aussen (Taf. VIII, 5, 6). — Nun gilt aber von dem Siebtheil in vielen Fällen das vom Gefässtheil Bemerkte, dass sich Parenchymelemente oder Gruppen derselben in ihn einschieben und zwar von innen her; ist nun die Siebröhrenzone sehr schmal, so kann es vorkommen, dass das Parenchym der Innen- und Aussenseite in Verbindung tritt, der Siebtheil also durchbrochen ist (Taf. VIII, 5, U). Solche Unterbrechungen sind gar nicht so selten; wir haben sie uns als Maschen zu denken, da weiter ober- oder unterhalb die Siebröhrenzone wieder geschlossen ist. Manchmal sind diese Maschen sehr lang gestreckt und bilden fast continuirliche Unterbrechungen, welche sich dann aber allemal an bestimmten Stellen befinden. So ist der Siebtheil vieler Bündel von Blechnum und Phegopteris in der Mitte der Seite, welche sie einander zukehren, unterbrochen (Taf. V, 2 bei U). Solche Bündel werden trotz der Unterbrechung des Siebteils dennoch, da das Xylem fast vollständig von letzterem umgeben ist, am besten als concentrische bezeichnet.

Vielfach findet sich jedoch grosse Neigung zur Collateralität, so namentlich bei den Unterströngen der Polypodiaceen (Taf. VII, 2b). Das Xylem ist hier ziemlich weit nach oben resp. dem Centrum des Stieles zu gerückt, das Phloem nach unten, ersteres nur noch mit einem schmalen Streifen umschliessend; an beiden Seiten kann sehr oft eine Unterbrechung des Siebtheils eintreten, so dass das Bündel bicollateral erscheint; die Unterbrechungen sind jedoch hier auch maschenförmig; nicht continuirlich. Wirklich collateral sind

die Bündel von Ceratopteris thalictroides (Taf. VIII, 6), schön bicollateral die meisten Bündel von Lomaria zamioides; bei einzelnen Bündeln tritt hier zuweilen eine Verbindung der Siebtheile ein. Es ist merkwürdig, dass gerade diese beiden den Bau der Wasserpflanzen zeigenden Farne ausgesprochen collaterale Bündel besitzen. — Grosse Neigung zur Collateralität findet sich auch bei Blattstielen mit nur einem Gefässbündel, und in den Bündeln, welche bei Blattstielen mit mehreren Bündeln zuletzt allein übrig bleiben. Der Gefässtheil rückt stets der Oberseite, der Siebtheil der Unterseite des Blattes zu, die Gefässbündel bekommen einen excentrischen Bau. Haberlandt hat in der oben citirten Abhandlung nachgewiesen, dass in den Blattnerven höherer Ordnung, also bei Abnahme des Leitbündelgewebes, die Excentricität zunimmt; derselbe Vorgang findet im Blattstiel statt; je schwächer das Bündel wird, desto mehr nimmt die Masse des Siebtheils auf der Oberseite ab.

Die Lagerung des Strangparenchyms ist im Vorhergehenden hinlänglich gekennzeichnet worden. Es ergiebt sich daraus, dass bei einer grossen Zahl der Farnblattstiele dasselbe ein zusammenhängendes Gewebe bildet, wie dies schon Potonié[1]) für einzelne Rhizome und Blattstiele nachgewiesen hat. Russow, welcher eine durchgreifende Trennung des ausserhalb und innerhalb des Phloems liegenden Parenchyms annahm, nannte deshalb ersteres Phloem-, letzteres Xylemscheide, Bezeichnungen, die mir bei dem Zusammenhange beider nicht mehr passend erscheinen.

Wir haben nun noch den Bau der einzelnen Gewebeelemente zu betrachten und wenden uns zunächst zu dem Xylem. Die Elemente desselben sind in der Regel Tracheiden mit leiterförmig gestellten Hoftüpfeln, welche die ganze Wandbreite einnehmen. Seltener sind sie schmäler, wie bei Adiantum trapeziforme, var. pentadactylon (Taf. VIII, 12). Die Tracheiden setzen sich mit schiefen Querwänden an einander an, oder sind so allmählich zugeschärft, dass ein deutlicher Uebergang von Längs- und Querwand nicht existirt. Es kann vorkommen, wie bei Pteris aquilina, dass die Tüpfel wirklich durchbrochen sind, so dass echte Gefässe entstehen; es wurden darüber nicht in jedem einzelnen Falle

1) Zusammensetzug d. Leitbündel b. d. Gefäss-Kryptogamen, p. 14 ff., p. 36.

Untersuchungen angestellt. Die Treppentracheiden bilden die Hauptmasse des Holzkörpers; daneben kommen überall auch einige Spiral-, Ring- und Netzfasertracheiden vor, welche viel enger sind, als die Mehrzahl der Treppentracheiden und stets in kleinen Gruppen zusammenliegen. Sie sind diejenigen Elemente des Gefässtheils, welche überhaupt zuerst gebildet werden; viel später erst erfolgt, auf dem Querschnitte von ihnen aus fortschreitend, die Bildung der Treppentracheiden. Russow nannte sie Protoxylemzellen, und die Gruppen derselben Protoxylemgruppen. Letztere liegen überall entweder an der Peripherie des Xylems, oder sind derselben doch sehr genähert (Taf. VII, 2, 3, 4, VIII, 1, 6, 7, Prx.); in vielen Fällen liegen sie auch im Parenchym isolirt. Gewöhnlich liegen sie auf der der Oberseite des Blattstiels zugewandten Seite des Xylems, bei kreisförmig angeordneten Bündeln oder daraus entstandenen Bändern auf der dem Centrum des Stieles zugekehrten Seite. Mit der Ausbildung der Treppentracheiden werden sie functionslos und reissen meist in Folge des Zuges, dem sie ausgesetzt sind. An ihrer Stelle entsteht ein luftführender Gang, welcher die zerrissenen Ueberbleibsel enthält. In den meisten Fällen wölben sich die Wände der kurzen einen solchen Gang umgebenden Parenchymzellen in denselben papillenartig oder schlauchförmig vor und füllen ihn grösstentheils aus, wobei sie jedoch weite Lücken zwischen sich lassen. Wo sie sich berühren entstehen durch gegenseitigen Druck polygonale Flächen. Häufig sehen die Protoxylemelemente wie zerquetscht aus. Zuweilen werden die Papillen durch Wände von der Mutterzelle abgetrennt; in älteren Stielen sind sie verholzt und oft mit netzfaserigen Verdickungen versehen. Es sind den Thyllen der Mono- und Dicotylen verwandte Bildungen; Dippel[1]) beschreibt sie bei Osmunda und auch Russow[2]) hat sie jedenfalls mit dem „Lückenparenchym", welches er beschreibt, gemeint, obwol er in seinen „Betrachtungen über Leitbündel und Grundgewebe"[3]) (p. 41) die Dippel'sche Notiz anführt, ohne die Erscheinung mit seinem „Lückenparenchym" in Verbindung zu setzen. Auch Potonié[4]) und Terletzky er-

1) Mikroskop, p. 100.
2) l. c. p. 101.
3) Dorpat, 1875.
4) Zusammensetzung d. Leitbündel b. d. Gefässkryptogamen, p. 25.

wähnen die Gebilde; letzterer Forscher nennt sie „Stumpfzellstränge". — Sie finden sich in allen älteren Farnblattstielen an Stelle der Protoxylemgruppen, am schönsten bei den Cyatheaceen. — Den Thyllen der Mono- und Dicotylen genau entsprechende Gebilde, insofern als sie in den Tracheiden selbst vorkommen, bildet N. C. Williamson[1]) bei einem fossilen Blattstiel, Rachiopteris corrugata ab.

Sämmtliche Elemente des Gefässtheils haben verholzte Wandungen; die Verholzung ist mit der Ausbildung der Wandverdickungen vollendet.

Die Bestandtheile des Siebtheils oder Phloems sind die Siebröhren. Sie sind langgestreckte, zartwandige Zellen mit meist ziemlich schräg gestellten Querwänden. Die Tüpfel liegen stets zu mehreren zusammen in einer dünneren Partie der Wand, der Siebplatte oder dem Siebfeld. Die Siebfelder sind zuweilen sehr klein und ziemlich weit auseinander liegend, in andern Fällen sind sie gross und schliessen so dicht aneinder, dass die dickeren Partien nur noch als ein Netzwerk erscheinen. Je nachdem der Uebergang von den dickeren Wandstellen nach den Siebplatten schroffer oder allmählicher ist, erscheinen letztere in der Flächenansicht schärfer oder undeutlicher umschrieben. Auf den Längswänden sind gewöhnlich die Siebplatten weniger zahlreich, während sie auf den schiefen Querwänden oft dicht neben einander liegen. — Ausführliche Untersuchungen über die Natur der Farnsiebröhren liegen von Janzewsky[2]) vor, welcher namentlich die grossen Siebröhren von Pteris aquilina zum Gegenstande seiner Untersuchungen gemacht hat. Jener Forscher gelangt zu dem Resultate, dass eine sichtbare Durchbrechung der Siebtüpfel nicht vorhanden ist. Auch mir ist es nicht gelungen eine solche nachzuweisen, indessen ist nach den Untersuchungen Terletzky's kaum noch an der Existenz derselben zu zweifeln. — Es wird hier nicht zu umgehen sein, mit einigen Worten auf die Nomenclatur des zuletzt genannten Forschers zurückzukommen. Die Elemente des Xylems, welche in offener Verbindung

1) „On the Organisation of the fossil Plants of the Coalmeasures." Part. VIII London 1877, Taf. 6, Fig. 15 u. 16.

2) „Etudes comparées sur les tubes cribreux", Mem. d. l. Soc. nat. des Sc. nat. et math. de Cherbourg, 1881.

stehen, nennt er, wie üblich Gefässe, führt aber für Tracheiden den deutschen Namen „gefässartige Leitzellen“ ein. Im Siebtheile unterscheidet er „Siebzellen“, d. h. mit Siebplatten versehene Zellen, unsere Siebröhren, sie zuweilen vertretend „einfache Leitzellen“, und „Bastzellen“, Russow's Protophloem entsprechend. Für die Zellen des Strangparenchyms gebraucht er die Russow'sche Bezeichnung „Geleitzellen“. Letztere Bezeichnung ist aber von Russow[1]) selbst ausdrücklich wieder verworfen und durch „Leitzellen“ ersetzt worden. Es muss also hier durch die Bezeichnungen „gefässartige“ und „einfache Leitzellen“ eine Verwirrung entstehen. — Fragen wir uns nach der Nothwendigkeit neuer Bezeichnungen, so dürfte wohl der Begriff der Tracheide hinlänglich bestimmt und eingebürgert sein, dass man die neue Bezeichnung „gefässartige Leitzellen“ entbehren kann. Als „einfache Leitzellen“ bezeichnet Terletzky „die in vielen Organen die Siebzellen vertretenden, wenig verdickten, unverholzten Zellen, welche als Inhalt stickstoffhaltige Substanzen führen, lang gestreckt sind und denen die Siebplatten fehlen“ (l. c. p. 452). In allen Eigenschaften stimmen sie mit den „Siebzellen“ überein (vgl. p. 472), nur „die Längswände sind glatt und zeigen keine Siebplatten“. — Ich habe die Blattstiele von Struthiopteris germanica und Pteris aquilina einer abermaligen Untersuchung unterworfen, aber Zellen dieser Art nicht finden können. Die Flächenansicht einer „einfachen Leitzelle“, welche Terletzky Taf. XXV, 11 abbildet, ist diejenige einer Siebröhre mit weit auseinander liegenden Siebfeldern, welchen kleine glänzende Kügelchen anhaften, wie sie auch, wie Terletzky selbst angiebt (p. 472) in den „Siebzellen“ vorkommen. In der Profilansicht der Wand fand ich stets scharf abgesetzte verdünnte Wandstellen, an welchen die Kügelchen zu beiden Seiten angehäuft sind. Im Blattstiel von Pteris aquilina kann man zahlreiche Uebergänge zwischen den „Siebzellen“ und „einfachen Leitzellen“ beobachten und sich leicht überzeugen, dass letztere von ersteren sich nur dadurch unterscheiden, dass bei ihnen die verdickten Wandpartien bedeutend an Ausdehnung gewonnen haben. Im unteren Theile des Stieles finden sich fast nur „Siebzellen“, im oberen „einfache Leitzellen“. Wir be-

1) Leitbündel und Grundgewebe.

zeichnen beide zusammen einfach als Siebröhren. — Als solche sind auch die „Bastzellen" Terletzky's anzusehen, die Protophloemzellen Russow's. Es sind in der That die zuerst sich ausbildenden Siebröhren, nur sind sie demgemäss etwas anders gebaut. Sie sind viel enger als die später auftretenden Siebröhren und ihre Wände sind collenchymatisch verdickt, jedenfalls um desto resistenzfähiger gegen die Zug- und Druckwirkungen, die das in der Ausbildung begriffene Gewebe des Gefässbündels verursachen muss, zu sein. Terletzky sagt (p. 468): „Die Längswände sind mit wenig zahlreichen, kleinen, spaltenförmigen und geschlossenen Poren versehen, welche zur Längsaxe der Zellen geneigt stehen und in linksläufiger Schraube angeordnet sind". Diese Angabe kann ich nicht bestätigen: vielmehr fand ich, dass die Wände allerdings oft weit auseinander liegende Siebfelder, welche nur selten scharf contourirt sind, tragen; da, wo sich zwei der meist scharf zugespitzten Zellenden aneinander legen, sind sie zuweilen häufiger (Taf. VIII, 8 Prph.). Die Zellen liegen an der Peripherie des Siebtheils und zeichnen sich auf dem Querschnitte durch ihre stark lichtbrechenden collenchymatisch verdickten Wandungen, sowie durch engeres Lumen aus. Sie bilden immer zusammenhängende Zonen (Taf. VIII, 5), welche manchmal continuirlich um das ganze Bündel herumreichen (Tafel VII, 4), oft wenn nicht viel Raum für den Siebtheil vorhanden ist, als die einzigen Bestandtheile desselben, in anderen Fällen aber nur einen Theil oder mehrere Theile in der Peripherie des Phloems einnehmen (Taf. VI, 19, VII, 2, 3a). Sie tragen, je nach ihrer Vertheilung viel zum Aussehn des Bündelquerschnittes bei, es empfiehlt sich daher, einen besonderen Namen dafür zu gebrauchen, und ich schliesse mich der Bezeichnung Russow's „Protophloemzellen" an. — Sie sind bei allen Farnblattstielen mehr oder weniger charakteristisch ausgebildet, mit Ausnahme der Marattiaceen (Taf. VIII, 1). Wenn Russow[1]) von letzteren sagt: „Die Protophloemzellen pflegen dickwandiger zu sein, als bei der Mehrzahl der Farne", so kann ich dem nicht beipflichten.

Die Wand der Siebröhren besteht aus reiner Cellulose, welche sich auf Zusatz von Chlorzinkjod blau färbt. Die Siebplatten bleiben

1) Vergl. Unters. p. 105.

heller, der Rand der Siebtüpfel erscheint dagegen als ein dunkler Ring, welcher eine gelblich gefärbte Stelle umschliesst, über deren Natur ich mir nicht klar werden konnte. Dieses Verhalten lässt sich jedoch nur bei so grossen Siebröhren, wie bei Pteris aquilina oder Hemitelia bella, beobachten, dabei wird die Untersuchung erschwert durch kleine glänzende Kügelchen, welche an den Siebplatten angehäuft sind, aber auch an anderen Stellen der Wand ansitzen und sich auf Zusatz von Chlorzinkjod gelb färben. — Der übrige Inhalt der Siebröhren besteht aus feinkörnigen Eiweisssubstanzen, welche mit Jod eine gelbe Färbung annehmen. — Die Protophloemzellen scheinen im Gegensatz zu den Protoxylemzellen zumeist im Alter nicht functionslos zu werden.

Bei manchen Blattstielen kommen im Gefässbündel eigenthümliche faserförmige Zellen vor, über deren Zugehörigkeit und Natur man im Zweifel sein kann. — Bei Adiantum trapeziforme, var. pentadactylon scheinen die Tracheiden eingebettet in eine Grundmasse von kleinen, runden, dickwandigen Gewebeelementen, deren Wände etwa das gleiche Brechungsvermögen besitzen, wie die der Tracheiden; bei Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure erweisen sich dieselben verholzt. Die Zellen sind deutlich von denen des Strangparenchyms zu unterscheiden, welche ausser ihnen noch in Gruppen zwischen den Tracheiden zerstreut sind (Taf. VIII, 11). Auf dem Längsschnitte erweisen sie sich als langgestreckte prosenchymatische Zellen mit deutlichen ovalen Tüpfeln; in der Profilansicht erscheint die Wand wie die Siebröhrenwände vieler Cyatheaceen (VIII, 12). Sie scheinen keinen Inhalt zu führen und ihrer Lage nach möchte man ihnen dieselbe physiologische Function zusprechen, wie den Tracheiden. Sie liegen namentlich zahlreich in dem oberen Theile des Xylems. — Dieselben Gebilde kommen auch bei Adiantum trapeziforme vor, wo sie schon von Trécul bemerkt wurden, welcher sie als „fibres du liber“ bezeichnet. Sie liegen hier hauptsächlich auf der Innenseite des oberen Xylemrandes.

Ganz ähnliche Gebilde kommen bei manchen Hymenophyllaceen, Schizaeaceen und Gleicheniaceen vor, allerdings meist an Stelle des Phloems. Bei den Hymenophyllaceen er-

wähnt sie zuerst Mettenius[1]), bei den Schizaeaceen und Gleicheniaceen Prantl[2]). Letztgenannter Forscher sagt darüber, sie seien sehr stark prosenchymatisch und trügen zahlreiche, über die ganze Wand zerstreute runde Tüpfel. Sie sind, wie auch Prantl abbildet, den Protophloemzellen ausserordentlich ähnlich, und scheinen ihrer Stellung nach letztere zu vertreten (Taf. VIII, 10, 13). Prantl fand sie bei Schizaea, Lygodium und Aneimia, dagegen nicht bei Mohria, was ich bestätigt fand. — Ueber ihre physiologische Bedeutung wage ich nichts zu behaupten; Potonié[3]) weist ihnen eine rein mechanische Function zu. Linksschiefe Tüpfel, welche der genannte Forscher gesehen hat, konnte ich nie bemerken.

Das Strangparenchym zeigt eine sehr gleichmässige Ausbildung. Der Längsdurchmesser der Zellen übertrifft den Querdurchmesser gewöhnlich um ein mehrfaches. Diejenigen Zellen, welche in das Xylem oder Phloem eingeschoben sind, sind enger, in der Regel von gleicher Weite wie die Siebröhren; die auf der Innen- und Aussenseite des Siebtheils gelegenen Zellen sind oft viel weiter als die Siebröhren. Oft tritt zwischen zwei Parenchymzellen, die sonst durch horizontale Querwände von einander getrennt sind, eine sehr stark geneigte Wand auf; es ist dies die schiefe Wand der prosenchymatischen Procambiumzelle, welche später durch horizontale Querwände in die einzelnen Parenchymzellen getheilt wurde (Taf. VIII, 9).

Die äusserste Lage der Strangparenchymzellen hat sich bei den meisten Blattstielen als Endodermis oder Schutzscheide ausgebildet und zeigt als solche eine sehr constante Form. Sie besteht aus langen vierseitigen Prismen, deren tangentialer Durchmesser den radialen übertrifft; die Tangentialwände sind gewöhnlich etwas nach aussen vorgewölbt. Eine Wellung der radialen Längswände kann fast immer wahrgenommen werden; seltener ist auf dem Querschnitte in der Radialwand der sogenannte Caspary'sche Fleck sichtbar; eine schwache Verkorkung, die sich in einzelnen Fällen steigern kann, ist fast immer zu bemerken. — Die Endodermis fehlt

1) Hymenophyllaceen, p. 21.
2) Schizaeaceen, p. 23 u. 28.
3) Leitbündel der Gefässkryptogamen, p. 9—10.

überhaupt bei den Marattiaceen (Taf. VIII, 1): bei den Osmundaceen ist sie nur auf der convexen Seite des Gefässbündels deutlich ausgebildet.

Secretbehälter finden sich nur in den Gefässbündeln der Cyatheaceen und Osmundaceen. Bei den ersteren liegen sie innerhalb der Protophloemzone im Phloem, doch nicht mit den Siebröhren in unmittelbarer Berührung, sondern durch Strangparenchymelemente davon getrennt; oft liegen sie zu zweien oder dreien zusammen (Taf. VIII, 7 Gs.). Sie sind sehr lange und weite Schläuche mit braunrothem, gerbstoffreichen Inhalt. Sie liegen in weit grösserer Zahl auf der der Aussenseite des Blattstiels zugekehrten Seite der Gefässbündel (VII, 4), und in ihrer Stellung macht sich keine Regelmässigkeit bemerkbar. — Bei den Osmundaceen liegen sie auf der concaven Seite des Gefässbündels in Gruppen von vier bis sechs zusammen. Das Xylem bildet einen mit seiner Unterseite dem Umrisse des Gefässbündels folgenden Bogen, über welchen vorspringend auf der convexen Seite in regelmässigen Abständen zwanzig und mehr Protoxylemgruppen liegen (Taf. VII, 3a), mit diesen alternirend liegen die Gruppen der Gerbstoffbehälter im Phloem (Gs.). Auf der convexen Seite können ausserhalb des Phloems zwei Gruppen der letzteren auftreten, sie liegen dann symmetrisch auf beiden Seiten. Auch hier sind es lange Schläuche, welche zuweilen tonnenförmige Auftreibungen zeigen. Dieselben sind allemal etwa um die Länge einer anstossenden Parenchymzelle von einander entfernt und es scheint manchmal, als ob an diesen Stellen sich Querwände befunden hätten.

Hiermit sind wir am Ende unserer Betrachtung der einzelnen Gewebeformen angekommen, und es erübrigt nun noch zu untersuchen, welche Besonderheiten in der Combination derselben uns die verschiedenen Familien darbieten.

II. Anatomische Charakteristik der Familien.

1. Marattiaceen.

Die Marattiaceenstiele erreichen alle eine bedeutende Grösse. Die Epidermis besteht aus ziemlich kurzen, farblosen und unverholzten Zellen, welche an beiden Enden zugeschärft sind. Der Sklerenchymcylinder ist von ihr durch eine drei- bis vierschichtige Lage Chlorophyll führenden Parenchyms getrennt, welches von weiten Intercellularräumen durchzogen ist. In der Basis der Stiele werden die Sklerenchymfasern durch Collenchymfasern, welche farblose unverholzte Wandungen mit runden Tüpfeln und einen lebenden Plasmakörper mit Chlorophyll besitzen, vertreten. Die Lücken im Sklerenchymcylinder sind unregelmässig im ganzen Umfange desselben vertheilt; in der Basis sind sie ziemlich kurz, weiter oben sind sie langgestreckte schmale Spalten. Ihr Füllgewebe besteht aus langen, ziemlich derbwandigen, verholzten Zellen mit zahlreicher Tüpfelung, deren verjüngte Enden weite Intercellularräume zwischen sich lassen. Es reicht bis an die äussere Peripherie des Sklerenchymcylinders, wo es in das hypodermale Parenchym übergeht. Dasselbe hat über den Spalten zwei bis drei Zellschichten mehr als sonst, es entsteht also an der Oberfläche des Stieles ein der Lage der Spalten entsprechender Wulst, welcher in der Basis sehr kurz, warzenförmig ist, weiter oben, der Form der Spalte entsprechend, langgestreckt. An denjenigen Stellen, an welchen die Epidermis diese Wülste überzieht, ist sie mit zahlreichen Spaltöffnungen versehen. In der Mitte eines jeden Wulstes befindet sich eine Lenticelle, welche durch ihr braungefärbtes Gewebe als ein kleiner brauner Fleck in der Mitte der Polster erscheint. — Im Sklerenchymcylinder können dünnwandige, langgestreckte, prosenchymatische Zellen vorkommen, welche gerbstoffhaltigen, rothgefärbten Inhalt führen. Bei Angiopteris evecta treten an der inneren Peripherie des Sklerenchymcylinders im Parenchym von Sklerenchymelementen umschlossene Gänge mit vertrocknetem Inhalt auf. — Das Grundparenchym besteht aus isodiametrischen polyedrischen Zellen; in seinen Intercellulargängen, sowie in denen des Füllgewebes kommen die oben

beschriebenen fadenartigen Gebilde vor. — Die Gefässbündel, welche in der oben beschriebenen Anordnung das Parenchym durchziehen, sind ohne Endodermis; auch fehlt ihnen vollkommen mechanisches, sie begleitendes Gewebe, weshalb sie im Vergleich zu den Bündeln anderer Familien, namentlich der Cyatheaceen, makroskopisch äusserst schmächtig erscheinen. Direct an das Grundparenchym grenzt eine Schicht schmälerer Zellen des Strangparenchyms (Tafel VIII, 1); darauf folgt eine continuirliche Zone von Siebröhren, mit Elementen des Parenchyms untermischt, welche etwa dreischichtig ist; darauf folgt noch eine an verschiedenen Stellen des Bündels verschieden grosse Anzahl von Parenchymschichten. Siebröhren und Parenchymzellen sind auf dem Querschnitte kaum zu unterscheiden (Taf. VIII, 1). Das Centrum des Bündels nimmt der compacte, nur selten Parenchymzellen umschliessende Gefässtheil ein. Derselbe hat auch bei runden Bündeln immer eine tangential gedehnte Form, so dass auf der Aussen- und Innenseite des Bündels Phloem und namentlich Parenchym viel mächtiger entwickelt sind, als zu beiden Seiten. Runde Bündel enthalten meist nur eine Protoxylemgruppe, bandförmige deren mehrere, und zwar liegen dieselben dem Centrum der Gefässbündelkreise zugekehrt. — Secretbehälter kommen im Gefässbündel nicht vor. — Bei Angiopteris evecta findet man zuweilen auf der den Protoxylemgruppen gegenüber liegenden Seite des Xylems, sich an die Tracheiden anlegend, Reihen von kurzen, parenchymatischen mit netzförmigen Verdickungsleisten versehenen Zellen, welche keinen Inhalt führen und verholzt sind. — Die weiten Gummigänge sind ziemlich regelmässig in Kreisen gestellt (Taf. VI, 17), die Gerbstoffschläuche sind unregelmässig zerstreut, doch in der Nähe der Gefässbündel zahlreicher.

Untersucht wurden: Angiopteris evecta, Marattia circutaefolia, M. laxa, M. arguta.

2. Osmundaceen.

Die Epidermis der Osmundaceen besteht aus langen schmalen oben und unten zugeschärften farblosen Zellen. Bei Osmunda regalis und Todea barbara fand ich sie unverholzt, während sie bei O. cinnamomea und O. gracilis verholzt ist. Von den

eigenthümlichen Epidermiszellen an der geflügelten Blattbasis war oben zur Genüge die Rede. Die Flügel der Basis bestehen aus Parenchym, welches den Sklerenchymcylinder scheidenartig umgiebt, allerdings auf der Unter- und Oberseite nur wenige Schichten stark ist; mit der Verschmälerung der Flügel verliert es rasch an Mächtigkeit, so dass der Sklerenchymcylinder am oberen Ende der Flügel direct unter die Epidermis zu liegen kommt. Die seitlichen Verbreiterungen der Flügel sind durch kleine Stränge sklerotischer Zellen gestützt, welche sich am Rande federfahnenartig auflösen; weiter unten setzen sich manche an den Sklerenchymcylinder an, viele endigen auch blind. Am schönsten sind sie bei Todea barbara ausgebildet. Die Zellen der Stränge haben eine gestreckte Form, unregelmässig abgestumpfte Enden und ausserordentlich verdickte dunkelbraun gefärbte Wände mit zahlreichen oft verästelten Porenkanälen. Aehnliche Stränge fand ich auch innerhalb des Sklerenchymcylinders einer Varietät von Todea barbara; sie reichen nicht weiter herauf als aussen die Flügel und endigen blind. — Der Sklerenchymcylinder ist nicht unterbrochen. Die Spaltöffnungen liegen in einzelnen Gruppen zusammen, welche unregelmässig zerstreut sind. Unter einer solchen Gruppe liegen zwischen Epidermis und Sklerenchym wenige dünnwandige Zellen, welche den Zellen des Füllgewebes ähnlich ausgebildet sind und spärlich Chlorophyll führen. Bei Osmunda regalis reisst fast regelmässig, bei O. cinnamomea und O. gracilis seltener, die Epidermis in der Mitte einer solchen Stelle auf und die an den Riss stossenden Zellen färben sich braun, wodurch die Rissstelle makroskopisch als kleiner dunkler Fleck erscheint. Bei Todea barbara reisst die Epidermis nicht; die Stellen an welchen Spaltöffnungen liegen, sind, wahrscheinlich wegen des Luftgehaltes in den Intercellularräumen der wenigen darunter liegenden parenchymatischen Zellen, als helle Striche kenntlich. Der Stiel von Osmunda cinnamomea ist geflügelt; die Flügel bestehen aus schwammparenchymatischen Zellen und tragen zahlreiche Spaltöffnungen; auch unter den Flügeln ist keine Unterbrechung des Sklerenchyms vorhanden. — Die Gefässbündel der Osmundaceen (Taf. VII, 3a) zeigen in ihrer Form und ihrem Baue ausserordentliche Uebereinstimmung. Eine deutlich ausgebildete Schutzscheide ist nur auf der Unterseite vorhanden; auf sie folgt eine Zone Paren-

chyms, hierauf der durch eine charakteristisch ausgebildete Protophloemzone sich scharf abhebende Siebtheil; der Umriss des Gefässtheils ist auf der Unterseite parallel dem des Bündels. Auf der concaven Seite springen von dem Xylem die Protoxylemstränge leistenartig vor; sie liegen in gleichen Abständen und ihre Zahl richtet sich nach der Grösse des Blattstiels. In den Rinnen zwischen ihnen liegen Gruppen von wenigen Siebröhren, welche zuweilen auch um die Protoxylemgruppen herumreichend mit einander in Verbindung stehen. Vor den Siebröhrengruppen liegen, wie schon oben erwähnt, Gruppen von Gerbstoffschläuchen, deren Inhalt nicht gefärbt ist, und die von jenen, wie es scheint, immer durch Strangparenchymzellen getrennt sind. Protophloemzellen treten an der concaven Seite nicht auf, das Strangparenchym geht hier allmählich in das Grundparenchym über. — Die Siebröhren sind nicht sehr weit, oft nicht weiter als die Protophloemzellen; Siebplatten sind deutlich an beiden zu sehen, doch sind dieselben nicht scharf umschrieben. — Die Gerbstoffschläuche sind ziemlich lang und sehr weit und zeigen die oben erwähnten tonnenförmigen Auftreibungen; ausser den zahlreichen Gruppen in der Concavität, kann auch auf der convexen Seite des Bündels rechts und links je eine Gruppe auftreten (Taf. VII, 3a). — In der Nähe des Gefässbündels namentlich an der Unterseite werden die Zellen des Grundparenchyms dickwandiger und zeigen Verholzung; die an die Schutzscheide stossenden Zellen sind oft als echte parenchymatische Sklerenchymelemente ausgebildet. Ebensolche finden sich auch bei Osmunda gracilis auf der concaven Seite namentlich an den umgeschlagenen Rändern des Bündels.

Untersucht wurden: Osmunda regalis, O. cinnamomea, O. gracilis, Todea barbara.

3. Cyatheaceen.

Die Epidermis der meisten Cyatheaceen besteht aus nicht sehr lang gestreckten Zellen, welche häufig Chlorophyll führen. Bei Alsophila guianensis, A. Humboldtii, Cibotium glaucescens fand ich ihre Wände verholzt, bei Alsophila mexicana braun gefärbt. Der Sklerenchymcylinder liegt nicht immer un-

mittelbar darunter, wenigstens in dem unteren Theile des Stieles. Bei Cyathea insignis liegt eine mehrschichtige Zone chlorophyllführenden Parenchyms dazwischen, dessen Zellwandungen schwache Verholzung zeigen, bei Alsophila Humboldtii und Alsophila mexicana sind es weitlumige, nicht sehr dickwandige, prosenchymatische Zellen mit verholzten Wänden. Die Sklerenchymfasern haben häufig eine gelbliche Farbe, Hemitelia bella, H. spectabilis, Cyathea medullaris haben braun gefärbte Wände. — Die Spalten im Sklerenchymcylinder liegen nur zu beiden Seiten des Stieles, meist in einer Furche desselben; sie sind langgestreckt und bilden in der Regel nur eine Längsreihe, es kommt aber auch vor, dass zwei Spalten dicht neben einander liegen. Zuweilen vereinigen sich übereinanderstehende Spalten und bilden längere continuirliche Unterbrechungen. Auch hier laufen über den Spalten Wülste an der Oberfläche des Blattstieles, deren Gewebe dem Füllgewebe der Spalten gleich ist und direct mit ihm zusammenhängt. Das Füllgewebe ist fast überall charakteristisch ausgebildet, häufig sind seine Zellen tief braun gefärbt, wodurch die Polster an der Oberfläche ebenfalls sich durch braune Farbe leichter kenntlich machen, bei Cibotium Schiedei und C. glaucescens sind die Zellwandungen farblos, aber verholzt. In der Regel reisst die Epidermis in der Mitte der Wülste auf; um die Rissstelle herum findet man die Spaltöffnungen. — Wo der Blattstiel in seinem oberen Theile geflügelt ist, sind die Spalten continuirlich, und ihr Füllgewebe setzt sich direct in das der Flügel fort. — Der Uebergang vom Sklerenchymcylinder zum Grundparenchym ist nicht sehr schroff; Verholzung der Zellwände ist oft bis zum Gefässbündel hin vorhanden. Fast allgemein sind die fadenartigen Gebilde in den Intercellularräumen des Parenchyms vorhanden, sie finden sich dann gewöhnlich auch im Füllgewebe. Unregelmässig im Parenchym vertheilt finden sich in grösserer oder geringerer Anzahl braunrothen Inhalt führende Gerbstoffschläuche, nur bei Cibotium glaucescens fehlten dieselben. Gummigänge fand ich nur bei Alsophila guianensis und A. Humboldtii. Mit Ausnahme der Cibotien zeigten alle untersuchten Cyatheaceen in der Gefässbündelanordnung den echten Cyatheaceentypus. Betrachten wir zunächst ein isolirtes bohnenförmiges oder herzförmiges Bündel der letzteren (Taf. VII, 4b). Ueber-

all finden wir eine wohlausgebildete Schutzscheide (Taf. VIII, 7 Ss.), welche das Bündel vollständig umgiebt. Darauf folgt eine auf der convexen Seite des Bündels häufig mehrschichtige Zone ziemlich grosszelligen Strangparenchyms, von welcher sich die rings geschlossene Protophloemzone scharf abhebt; dieselbe geht allmählich über in die Zone der eigentlichen Siebröhren, welche an Weite den Zellen der äusseren Parenchymzone nachstehen. Sie sind mit Parenchymzellen untermischt, welche auch eine auf der convexen Seite mehrschichtige Lage um den Holzkörper bilden; auf der concaven Seite ist die innere Parenchymlage gewöhnlich nur in der Mitte mehrschichtig. Der Holzkörper stellt etwa eine flache Vförmige Figur dar, deren Schenkel nach oben hin keulig verdickt sind. In dem Winkel liegt, auf der Innenseite des Xylems, eine Protoxylemgruppe, von ihr ausgehend erfolgte nach beiden Seiten hin die Bildung der Tracheiden; die ihr zunächst anliegenden sind eng, oft nicht weiter als die Protoxylemzellen, und bilden hier oft nur eine einzige Reihe, nach den Schenkelenden hin werden sie immer weiter, auch wird der Holzkörper hier mehrschichtig (Taf. VIII, 7). — Bei allen Cyatheaceen sind die oben beschriebenen thyllenartigen Bildungen in den Protoxylemgruppen sehr schön. — Das Gefässbündel enthält stets Gerbstoffschläuche und zwar liegen dieselben fast nur auf der convexen Seite in dem Parenchym innerhalb des Siebtheils (Taf. VII, 4, VIII, 7 Gs.), häufig zu zweien oder dreien vereinigt. — Was die Lagerung der einzelnen Bündelchen zu einander angeht, so ist dieselbe in jeder der drei Figuren des Cyatheaceentypus (der beiden 7förmigen und des unteren Bogens) gleichsinnig. Denken wir uns die gekrümmten Figuren gerade gestreckt, wie man etwa einen zusammengebogenen Draht gerade biegt, so liegen die Convexitäten sämmtlicher Bündel einer Figur auf der einen, die Concavitäten auf der anderen Seite, und zwar waren letztere der Concavität der ganzen Figur zugewandt. — Oder denkt man sich die ganze Querschnittsfigur des Gefässbündelsystems durch zwei seitliche tiefe, und eine obere weniger tiefe Einschnürung eines ursprünglichen Gefässbündelkreises entstanden, so waren in diesem Kreise sämmtliche Convexitäten der Peripherie zugekehrt, während die Concavitäten mit den Protoxylemgruppen dem Centrum zugewandt waren. — Jedes Gefässbündel ist entweder ganz von einer Sklerenchymscheide um-

geben oder hat doch wenigstens auf seiner convexen Seite einen Sklerenchymbeleg, der in dem Winkel am stärksten ist (Taf. VII, 4 Skl.). — Treten nun die isolirten Bündel zu Platten zusammen, so verbinden sich die gleichnamigen Gewebe, es entsteht ein einziges concentrisches Bündel von wellenförmigem Querschnitte (Taf. VII, 4a). Die Zahl der Protoxylemgruppen zeigt uns an, aus wievielen ursprünglichen Bündeln es entstanden ist. In der Mitte des Bogens zwischen zwei Protoxylemgruppen ist natürlich der Holzkörper am mächtigsten entwickelt.

Bei den Cibotien haben die Gefässbündel ganz denselben Bau, wie die plattenförmigen Bündel der übrigen Cyatheaceen, auch die Orientirung der Gewebe ist dieselbe. Die Elemente sind im ganzen kleiner. Cibotium Schiedei hat eine nur undeutlich ausgebildete Endodermis. Die Gerbstoffschläuche im Gefässbündel sind bei beiden untersuchten Cibotien sehr zahlreich; da bei Cibotium Schiedei auch die Strangparenchymzellen, welche das Phloem umgeben ziemlich weit sind, tritt das kleinzellige Phloem als eine zwei- bis dreischichtige Zone scharf hervor.

Untersucht wurden: Cyathea insignis, C. medullaris; Hemitelia bella, H. spectabilis; Alsophila aspera, A. guianensis, A. Humboldtii, A. mexicana; Cibotium glaucescens, C. Schiedei.

4. Polypodiaceen.

Bei der ausserordentlich grossen Anzahl der Polypodiaceen wird es sich empfehlen, die einzelnen untersuchten Gattungen für sich zu besprechen; doch mögen einige allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt werden. Die Epidermis besteht in der Regel aus gestreckten an beiden Enden zugeschärften, farblosen, etwas derbwandigen Zellen, deren Wände in den meisten Fällen verholzt sind. Die Zellen des Sklerenchymcylinders sind öfters braun gefärbt, gewöhnlich aber farblos. Bei den meisten Polypodiaceen ist der Sklerenchymcylinder unterbrochen, und zwar stellen die Unterbrechungen zwei zu beiden Seiten des Stieles herablaufende continuirliche Spalten dar, welche sich an den Insertionsstellen der Blattstiele zweiter Ordnung oder der Fiederblättchen etwas erweitern. Bei sitzender Lamina oder zu beiden Seiten herablaufenden Flügeln, gleichsam

den Rudimenten der ersteren, geht durch die Spalten das innere Gewebe des Blattstieles in das Gewebe der genannten Organe über. Wo letztere nicht vorhanden sind, sind in der Regel die Spalten äusserlich kenntlich durch etwas erhabene Streifen, welche zu beiden Seiten des Stieles herablaufen, oder durch hellere Farbe des Gewebes. — Sind Blattstiele zweiter Ordnung vorhanden, so setzen sich die Spalten continuirlich in den Sklerenchymcylinder derselben fort. — Das Füllgewebe ist meist sehr charakteristisch ausgebildet und reich an Chlorophyll, öfters sind seine Zellwände braun tinguirt. — Die Spaltöffnungen sind gewöhnlich zahlreich; bei den Flügeln sitzen sie vorzugsweise auf der Unterseite. Lenticellenartige Bildungen kommen bei den Polypodiaceen nicht vor. — Die Zellen des Grundparenchyms enthalten oft bis in das Centrum des Stieles Chlorophyll, zuweilen haben sie braungefärbte Wände. — Das Gewebe der Gefässbündel ist sehr gleichartig gestaltet; im allgemeinen sind alle Bestandtheile etwas kleiner als bei den Cyatheaceen. Die Siebröhrenzone ist häufig local unterbrochen, zwischen die Siebröhren drängen sich zahlreiche Parenchymzellen ein. — Der Querschnitt des Xylems stimmt selten annähernd mit dem des ganzen Bündels überein, in der Regel ist er complicirter gestaltet. Die Gefässbündel besitzen stets eine Endodermis. Sklerenchymscheiden oder Belege sind selten, dagegen finden sich häufig Stützscheiden, im Sinne Russows.

Davalliaceen.

Dicksonia antarctica und Dicksonia carsteniana kommen in ihrem ganzen Baue den Cibotien ausserordentlich nahe. Es treten drei Gefässbündel in das Blatt, zwei obere, welche fast genau die Gestalt haben wie die beiden oberen Bündel der Cibotien, und ein unteres, welches dem unteren Gefässbündelbogen entspricht. Die Vereinigung der Bündel erfolgt bald nach dem Eintritt (Tafel VI, 11, 15). — Die Epidermis beider Dicksonien ist verholzt, bei Dicksonia antarctica ist sie im unteren Theile des Stieles braun gefärbt. — Die Spalten im Sklerenchym sind zuweilen unterbrochen; das Füllgewebe ist nicht sehr charakteristisch ausgebildet, seine Zellwände sind braun gefärbt. Im Sklerenchymcylinder scheinen

auf dem Querschnitte bei D. antarctica ziemlich regelmässig vertheilt Gänge vorzukommen; auf dem Längsschnitt sieht man an diesen Stellen Reihen von zwei bis fünf übereinander stehenden Zellen, welche aus einer prosenchymatischen Zelle durch Fächerung hervorgegangen sind; sie sind dünnwandiger und die in der Mitte liegenden weitlumiger als die benachbarten Sklerenchymfasern, und ihre Wandungen sind schwach verholzt. Inhalt war nicht vorhanden. — Derjenige Theil des Grundparenchyms, welcher von dem Gefässbündel eingeschlossen wird, hat gelb bis braun tingirte Wände. Gummigänge oder Gerbstoffschläuche fehlen. — Die gewellten Gefässbündel sind concentrisch; die Anordnung der Gewebe ist wie bei den Cibotien, nur fehlen die Gerbstoffschläuche fast gänzlich. Die Tracheiden bilden auf dem Querschnitte oft nur eine Reihe, vielfach liegen Tracheiden scheinbar ganz isolirt. Bei D. antarctica sind diejenigen, welche zunächst an den Protoxylemgruppen liegen, sehr eng, es folgen darauf unvermittelt sehr weite Tracheiden, so dass die ersteren sich scharf abheben, in ebensoviel Gruppen, als Protoxylemgruppen vorhanden sind. Bei D. carsteniana ist der Uebergang nicht so unvermittelt. — Auf ihrer Innenseite haben die Gefässbündel einen schönen Beleg braunen Sklerenchyms, welcher in den Winkeln am mächtigsten ist. — Bei der Verzweigung, welche erst erfolgt, wenn die Bündel sich zu einem vereinigt haben, wird von den oberen Figuren eine Schleife abgeschnürt.

Aspidiaceen.

1. Onoclea sensibilis kann man in Bezug auf sein Gefässbündelsystem eben so gut zum Aspidientypus, wenn nur die Oberstränge vorhanden sind, rechnen, als zum Asplenientypus. Es sind zwei länglich ovale Bündel vorhanden (Taf. V, 3a, b): das Xylem ist auf der der Medianlinie zugekehrten Seite bauchig aufgetrieben, sein oberes und unteres Ende sind hakenförmig nach ebenderselben Seite umgeschlagen; an den Krümmungsstellen liegen in der Concavität die Protoxylemgruppen (3b Prx.). Die Bündel sind concentrisch, doch folgt der Umriss des Siebtheils nicht dem des Xylems sondern dem des Bündels; die Protophloemzellen reichen ringsherum. Gegenüber der bauchig aufgetriebenen Stelle des Holztheiles ist die

äussere Parenchymzone mächtiger entwickelt. — Onoclea Struthiopteris, oder Struthiopteris germanica gehört dem Asplenientypus an (Taf. V, 6). Abgesehen von der äusseren Form ist der Bau der Bündel fast derselbe wie bei O. sensibilis. Man kann sich ein Bündel der letzteren in die Länge gezogen denken, bis der bauchig angeschwollene Theil des Xylems nicht dicker ist als die Enden desselben, und man erhält etwa das Bündel von Struthiopteris. — Ganz oben nach Vereinigung der Bündel haben beide Onocleen ein Bündel von herzförmigem Querschnitt; das Xylem ist zangenförmig (Taf. VI, 20). — Sklerenchymunterbrechungen sowie Spaltöffnungen fehlen beiden. Die Epidermiszellen sind kurz und unverholzt. — An der Mitte der Seiten, welche die Gefässbündel der Medianlinie zuwenden, liegen Gruppen von etwas dickwandigeren braunen Zellen, welche bei Onoclea sensibilis stärker ausgebildet sind.

2. Cystopteris fragilis hat zwei ovale Gefässbündel (Tafel V, 1), deren Gefässtheil nur schwach gekrümmt ist; die Zusammensetzung ist wie vorher. Die Spalten des Sklerenchymcylinders reichen nicht bis zur Basis des Stieles, sie setzen erst etwas unterhalb der ersten Verzweigung an. Das Füllgewebe besteht aus typisch ausgebildeten verholzten Zellen.

3. Aspidium führt uns die höchste Vollendung des Polypodiaceentypus vor. Die Epidermiszellwände aller untersuchten Aspidien sind verholzt. Die Spalten im Sklerenchymcylinder setzen schon an der Basis an; ihr Füllgewebe ist am schönsten bei Aspidium rigidum (Taf. VIII, 2) und Aspidium Goldieanum entwickelt, bei A. cristatum sind seine Zellwände verholzt. Die Gefässbündel sind mit Stützscheiden versehen. — Der Gefässtheil der Oberstränge hat meist die Gestalt eines Dreiecks mit einem umgeschlagenen Zipfel an der Spitze (Taf. VII, 2a), weiter oben ist gewöhnlich auch die untere äussere Ecke zipfelartig verlängert, so dass sich die Form des Xylems mehr der bei Onoclea sensibilis (Taf. V, 3b) nähert. Auf der der Medianlinie zugewandten Seite des Xylems liegen zwei bis vier Protoxylemgruppen (Prx.). Der Siebtheil reicht ganz um letzteres herum, Bänder von Protophloemzellen liegen auf der der Medianlinie zugewandten und der gegenüberliegenden Seite (Prph.). An diesen Stellen entfernt sich der Umriss

des Xylems am meisten von dem des Bündels; die Protophloembänder halten etwa die Mitte. Ausserhalb der letzteren ist das Strangparenchym, namentlich auf der Aussenseite des Bündels stärker entwickelt als sonst. Die Unterstränge haben den oben charakterisirten Bau aller Polypodiaceenunterstränge (Taf. VII, 2b). — Der Gefässtheil des einen schliesslich übrig bleibenden Bündels hat die gewöhnliche zangenförmige Gestalt. Bei A. filix mas finden sich in der Basis gewöhnlich im ganzen 9 Bündel, A. cristatum 9—10, A. dilatatum 5—6, A. rigidum 5—7, A. Goldieanum 7—8, A. aculeatum 5, A. acrostichoides 4, A. Thelypteris 2, A. lobatum 5.

4. Phegopteris schliesst sich eng an die kleinen Aspidien an. Es sind nur die Oberstränge vorhanden, welche von einer Stützscheide umgeben sind, die bei Ph. vulgaris allerdings erst nach der Vereinigung der Bündel auftritt. Das Xylem hat fast die Form wie bei Onoclea sensibilis, nur ist es in der Mitte nicht so mächtig (Taf. V, 2); an den Krümmungsstellen liegen wie bei Onoclea oben und unten je eine Protoxylemgruppe. Der Siebtheil ist häufig in der Mitte der nach der Mediane gekehrten Seite unterbrochen (Taf. V, 2 bei U); sämmtliche Elemente des Gefässbündels sind sehr klein. — Bei der Vereinigung entsteht die gewöhnliche zangenförmige Gestalt des Xylems. — Die Epidermis ist wie bei Aspidium verholzt; Unterbrechungen im Sklerenchymcylinder sind nicht vorhanden.

Untersucht wurden: Ph. vulgaris, Ph. hexagonoptera, Ph. Dryopteris.

5. Hypolepis zeigt einen ganz anderen Charakter, als die bis jetzt betrachteten Aspidiaceen. Ihr Gefässbündelsystem (Taf. V, 15, 16) gehört zu den Zwischenformen zwischen Polypodiaceen- und Cyatheaceentypus und ist oben hinlänglich in Bezug auf äussere Form charakterisirt worden. Die Form des Xylems ist im allgemeinen dieselbe wie die des Bündels; die beiden seitlichen Stränge c und d des unteren Bogens von H. tenuifolia haben das obere Xylemende stärker, das untere nur leicht einwärts gekrümmt; die drei mittleren kleinen Bündel haben etwa den Bau der Cyatheaceenbündel; natürlich haben sie keine Gerbstoffschläuche. Die beiden grossen Oberstränge a und b enthalten vier Protoxylem-

gruppen, zwei oben und zwei unten, die beiden grösseren seitlichen c und d deren zwei, in den Krümmungsstellen, die drei kleinen je eine. — Bei dem einfacheren hufeisenförmigen Bündel von H. repens sind die Enden der beiden Schenkel des Holzkörpers leicht nach innen gekrümmt. In den Krümmungsstellen, an den Ansatzstellen der Schenkel an das Querband und in der Mitte des letzteren liegt je eine Protoxylemgruppe. — Die Bündel sind concentrisch, der Siebtheil reicht ganz herum. — Hypolepis repens hat eine mehrschichtige aus braunen nicht sehr dickwandigen Zellen bestehende das Bündel umgebende Scheide, welche auf der Innenseite stärker ausgebildet ist; bei H. tenuifolia besteht dieselbe aus ausgesprochenem Sklerenchym. — Die Epidermis ist bei H. repens unten im Stiele braun gefärbt, weiter oben wird sie farblos und zeigt wie bei H. tenuifolia Verholzung. — Die Zellen des Sklerenchymcylinders sind bei beiden im unteren Theile des Stieles braun gefärbt. Die Spalten im ersteren sind continuirlich und beginnen von der Basis an. Das Füllgewebe ist bei H. repens wenig charakteristisch entwickelt, seine Wandungen sind braun; bei H. tenuifolia ist es sehr schön ausgebildet, die Zellen haben farblose Wandungen und führen reichlich Chlorophyll (Taf. VIII, 3). Da die braune Farbe der Sklerenchymfasern der Oberfläche des Stieles eine fast schwarze Farbe verleiht, sind die Unterbrechungen des Cylinders durch zwei lebhaft grün gefärbte, unten ziemlich breite Streifen äusserlich kenntlich. — Das Grundparenchym ist bei beiden untersuchten Hypolepisarten in der unteren Hälfte des Stieles braun gefärbt.

Aspleniaceen.

1. Asplenium zeigt uns eine Ausbildung des Gefässbündelsystems, welche uns oben veranlasste dieselbe als Asplenientypus zu bezeichnen. Fast durchgängig haben wir zwei Gefässbündel, welche sich weiter oben durch eine untere Querplatte in der oben beschriebenen Weise vereinigen. Die typischste Ausbildung zeigt uns A. filix femina (Taf. VI, 19). Der ganze Bau des Bündels stimmt ausserordentlich mit dem oben beschriebenen von Struthiopteris germanica überein, nur reicht das Protophloem nicht ganz um den Siebtheil herum, sondern bildet nur ein Band auf der

der Peripherie des Blattstielquerschnittes zugekehrten Seite. In dem oberen und unteren Haken des Xylems liegen je zwei Protoxylemgruppen. — An A. filix femina schliessen sich nahe an: Asplenium thelypteroides, Asplenium angustifolium, A. ceylanicum, A. Browni. — Diesen steht eine Gruppe gegenüber, welche eine etwas andere Ausbildung zeigt. Es fehlt bei diesen Stielen der obere Haken des Xylems, und in Folge dessen ist auch das obere Ende des Bündels nicht keulig angeschwollen; auch der untere Haken ist oft kaum angedeutet: Der Hauptunterschied liegt jedoch in der Vereinigungsweise der Bündel. Während bei der vorigen Gruppe dieselbe durch ein unteres Querband erfolgte, nähern sich die Bündel hier allmählich bis sie sich mit ihren der Medianlinie zugewandten convexen Seite berühren, und zwar legen sich die Bündel entweder mit ihrem ganzen unteren Theile zusammen (Taf. V, 5a—b), oder die Berührung erfolgt zunächst in der Mitte und allmählich verschmelzen erst die Enden (Taf. V, 7a—b). Im ersteren Falle vereinigen sich die Holzkörper entweder in gleicher Weise (Taf. V, 5b), oder analog dem letzten Modus (Taf. V, 8b), so dass das Xylem etwa die Form eines X annimmt: in dieser letzteren Weise erfolgt die Vereinigung auch im zweiten Falle. — Von den untersuchten Formen gehören der zweiten Gruppe an: Asplenium bulbiferum, A. dimorphum, A. Nidus, A. obliquum. — Auch in der sonstigen Ausbildung zeigen sich zwischen beiden Gruppen Unterschiede. Bei der ersten Gruppe liegt der Sklerenchymcylinder direct unter der Epidermis und ist, wenn nicht unmittelbar an der Basis, farblos; bei der zweiten liegt unter der Epidermis eine ein- oder mehrschichtige Lage farblosen Parenchyms, dann folgt der tief braun gefärbte Sklerenchymcylinder, welcher erst über der Hälfte des Blattstieles farblos wird und noch später direct unter die Epidermis tritt. Eine Ausnahme bei der ersten Gruppe macht in diesem Punkte Asplenium Browni, indem es die Ausbildung der zweiten zeigt. — Bei A. bulbiferum und A. dimorphum nimmt das Gewebe des Cylinders von da ab, wo es farblos ist, einen mehr collenchymatischen Charakter an; auch die Verholzung verschwindet. Die Stiele sind daher in ihrem oberen Theile sehr weich und biegsam. — Unterbrechungen des Sklerenchymcylinders sind bei beiden Gruppen vorhanden; bei der zweiten ist

das Füllgewebe meist schöner ausgebildet und reich an Chlorophyll, weshalb auch hier an der Oberfläche des Stieles hellere oder grün gefärbte Streifen sichtbar sind. Auf dem Querschnitte setzt sich der Sklerenchymring scharf gegen das farblose Füllgewebe ab. Zuweilen sind die Zellwände des Füllgewebes verholzt, wie bei A. thelypteroides, A. filix femina, A. ceylanicum. — Die Epidermis ist verholzt bei Asplenium thelypteroides, A. filix femina. — Im allgemeinen fehlt den Gefässbündeln das Scheidengewebe. Eine Stützscheide, deren radiale und von der Endodermis abgewendeten Wände verdickt und braun gefärbt sind, findet sich bei A. dimorphum; im unteren Theile des Stieles ist sie schwächer. A. ceylanicum hat nur auf der Innenseite der Gefässbündel Belege ebensolcher Zellen. — Das Grundparenchym ist farblos und sehr reich an Chlorophyll.

Eine eigenthümliche Ausbildung des Gefässbündels finden wir bei Asplenium esculentum. Es sind hier von vorn herein die beiden seitlichen Bündel durch eine untere Querplatte verbunden, so dass ein einziges etwa hufeisenförmiges Bündel entsteht (Taf. V, 13a). Die beiden Schenkel sind sehr schmächtig und gabeln sich oben; die Gabelzweige sind keulig angeschwollen; auch da, wo sich die Schenkel fast rechtwinklig an die Querplatte ansetzen, hat das Gefässbündelgewebe eine Vermehrung erfahren; das Querband selbst ist dünn und zeigt nur in der Mitte eine Anschwellung. Diese aussergewöhnliche Bildung wird durch die Form des Xylems veranlasst. In der Mitte des Querbandes macht es eine Ausbuchtung nach unten, welcher das Phloem nicht folgt, ebenso macht es zu beiden Seiten unten eine grosse Schleife, welche so zugeschnürt ist, dass die Gefässtheile an der Zuschnürungsstelle sich berühren, also in der Schleife eine Partie von Phloem und Parenchym isoliren (Taf. V, 13b), etwas unter der Mitte der Schenkel, macht das Xylem wieder eine leichte Ausbuchtung, wie in dem Querband, welcher ebenfalls das Phloem nicht folgt, so dass auch hier eine schwache Anschwellung des Bündels entsteht. Bevor sich der Schenkel gabelt, gewinnt das Xylem an Mächtigkeit, um aber plötzlich wieder schwächer zu werden, wodurch eine weitere Einbuchtung entsteht, welche vom Phloem ausgefüllt wird. Von den beiden gabeligen Enden des Schenkels sind in dem kleineren, der Medianlinie zuge-

kehrten Aste eine, in dem grösseren drei ovale Partieen von Phloem und Parenchym von dem Xylem umschlossen, was man sich so entstanden denken kann, dass der umgeschlagene Xylemzipfel bei dem kleinen Gabelzweig an einer, bei dem grösseren an drei Stellen mit dem nicht umgeschlagenen Theile in Berührung getreten ist. Die eingeschlossenen Gewebepartieen, sowie die Gewebemassen, welche die Ausbuchtungen des Xylems ausfüllen, bestehen meist aus Strangparenchym. Das Phloem, welches den ganzen Gefässtheil umzieht, ist sehr dürftig ausgebildet; es bildet eine ganz schmale Zone enger Siebröhren. Charakteristisches Protophloem ist nicht ausgebildet. In dem oberen Gabelzweig liegen an die eingeschlossenen Gewebepartieen angrenzend drei Protoxylemgruppen, im kleineren Gabelzweig eine, in der Einbuchtung des Schenkels eine, in der seitlichen unteren Schleife zwei, und in der Ausbuchtung des Querbandes eine Protoxylemgruppe. — Unter der Epidermis liegen im unteren Theile des Stieles einige Lagen von Parenchymzellen. Um das Gefässbündel herum sind einige Schichten von Parenchymzellen braun gefärbt. Die Unterbrechungen des Sklerenchymcylinders reichen bis unten hin; das Füllgewebe ist nicht besonders ausgebildet. In seinen Intercellularräumen, sowie in denen des Parenchyms sind namentlich die oben erwähnten Fäden gut zu sehen.

2. Scolopendrium officinale schliesst sich hinsichtlich seines Gefässbündelbaues direct an die zweite vorhin erwähnte Gruppe der Asplenien an (Taf. V, 7). Das Xylem hat zwei Protoxylemgruppen, eine oben, eine unten. — Die Bündel haben auf der der Medianlinie zugekehrten Seite einen stärkeren fast die ganze Seite einnehmenden, auf der Aussenseite einen schwächeren Beleg dunkelbraunen Sklerenchyms. Beim Zusammentreten der Bündel liegt in jedem Winkel des neu entstehenden Xförmigen Bündels ein Strang. — Auch der ganze übrige Bau des Stieles schliesst sich dem der vorhin erwähnten Asplenien an, nur fehlen Unterbrechungen des Sklerenchymcylinders.

3. Woodwardia. W. lunulata schliesst sich in seinem Gefässbündelbaue an die kleinen Asplenien der ersten Gruppe an. Der Gefässtheil des ovalen Bündels ist an beiden Enden eingeschlagen und in den Krümmungen liegen die Protoxylemgruppen. — Der Sklerenchymcylinder ist unten braun gefärbt. Zwischen den

beiden Bündeln zieht sich ein Strang brauner sklerotischer Zellen bis zu ihrer Vereinigungsstelle. Die Unterbrechungen des Sklerenchymcylinders reichen nicht ganz bis zur Basis des Stieles herab. — W. caudata hat fast denselben Bau, nur sind die Enden des Xylems nicht umgeschlagen, das untere ist keulig angeschwollen. Der Strang brauner dickwandiger Zellen zwischen den Bündeln fehlt. — Bei W. orientalis sind zwei Oberstränge, welche ganz denselben Bau haben, wie die Stränge von W. lunulata, durch einen Bogen von vier Unterssträngen verbunden. Die letzteren zeigen insofern einen eigenthümlichen Bau, als das Xylem einen Ring bildet, welcher eine Gruppe von Phloem- und Parenchymzellen umschliesst. Wir können uns dies so entstanden denken, dass die Schenkel des ursprünglich Vförmigen Xylems sich gegeneinander krümmten, bis sie sich mit ihren Enden berührten; in dem Winkel der V liegt die Protoxylemgruppe. — Die Unterstränge vereinigen sich bald zu einem Bündel, welches sich mit einem der Oberstränge verbindet. — Alle Bündel haben eine schön ausgebildete Stützscheide. — Im unteren Theile des Stieles sind die Zellwände des Grundparenchyms braun gefärbt.

4. Blechnum steht in seiner ganzen Ausbildung Aspidium sehr nahe. B. punctulatum und B. boreale haben zwei Oberstränge und einen Unterstrang (Taf. V, 10), B. cartilagineum hat 3—5 Unterstränge. Die Bündel sind ebenso gebaut, wie bei den Apidien, die Form des Xylems bei den Obersträngen zeigt kleine Abweichungen. Der Siebtheil der Oberstränge ist öfter in der Mitte der Innenseite unterbrochen. — Bei B. punctulatum sind die Gefässbündel ganz von einer Stützscheide umgeben, B. cartilagineum hat nur Belege auf der Innenseite, B. boreale hat überhaupt keine mechanische Scheide. — Bei letzterem sind die Zellwandungen des Sklerenchymcylinders unten im Stiele braun. — Der Cylinder ist nur bei B. cartilagineum unterbrochen; das Füllgewebe ist nicht charakteristisch, seine Zellwandungen sind braun. — Die Epidermis ist braun gefärbt und wie oben erwähnt mit gewellten Wänden versehen. — Lomaria gibba hat wie B. cartilagineum zwei Oberstränge mit fünf Unterssträngen; dieselben sind, wie bei B. punctulatum, von einer schönen Stützscheide umgeben. Der Bau der Stränge ist derselbe wie bei Blechnum. — Der Skleren-

chymcylinder ist unterbrochen; das Füllgewebe ist nicht charakteristisch ausgebildet. — Einen ganz abweichenden Bau zeigt Lomaria zamioides. Wie schon oben erwähnt, ist das Parenchym dieses Stieles vollkommen wie das einer Wasserpflanze ausgebildet. Es ist dies ganz natürlich, denn L. zamioides ist eine in Sümpfen lebende Pflanze; doch auch die Anordnung und der Bau der Gefässbündel zeigen wesentliche Modificationen. Die Querschnittsfigur des ganzen Bündelsystemes gehört zu den Ωförmigen und steht der von Pteris aquilina am nächsten (VI 2a). Bei a—a endigen die beiden Schenkel, bei b berühren sie sich, gehen aber sofort wieder auseinander, verlaufen längs der Medianlinie bis c—c, wo sie sich in scharfer Curve in entgegengesetztem Sinne rückwärts wenden, um dann, nachdem sie die seitwärts gerichteten Enden beinahe wieder erreicht haben, nach der Peripherie umzubiegen und den unteren Bogen zu bilden. — Die Querschnittsfigur wird durch lauter isolirte runde Bündelchen zu Stande gebracht, welche einen durchaus übereinstimmenden bicollateralen Bau zeigen. Das Bündel b ist stärker als die übrigen und zeigt durch seinen ganzen Bau, dass es durch Vereinigung zweier Bündel entstanden ist. Jedes Bündel hat auf der einen Seite des bandförmigen Gefässtheils eine Protoxylemgruppe, und zwar liegen alle Gruppen, wenn man der Curve der Querschnittsfigur folgt, auf derselben Seite; es genügt anzuführen, dass sie in den Bündeln des unteren Bogens auf der dem Centrum des Stieles zugekehrten Seite liegen. (In der Figur ist diejenige Seite des Bündels, auf welcher die Protoxylemgruppe liegt, schattirt.) Die Bündel anastomosiren nur mit ihren seitlichen auf demselben Curvenzuge liegenden Nachbarn. — Die einzelnen Elemente des Gefässbündels sind gut ausgebildet; die Endodermis zeigte nicht Verkorkung, sondern schwache Verholzung. — Die einzelnen Bündel sind von einer Sklerenchymscheide umgeben. — Was den übrigen Bau betrifft, so ist zu bemerken, dass die Luftgänge in den mittleren Partieen des Stieles am zahlreichsten sind, unten und oben hat das Parenchym einen festeren Bau. — Der Sklerenchymcylinder ist nicht sehr stark entwickelt, zu beiden Seiten ist er continuirlich unterbrochen.

Polypodieen.

1. Pteris zeigt uns in seinem Gefässbündelsystem meist Uebergangsformen zwischen Polypodiaceen- und Cyatheaceentypus. Von den untersuchten Formen gehört Pt. japonica dem ersteren an. Dieser Blattstiel hat nur zwei ovale Oberstränge, welche etwa wie die von Phegopteris gestaltet sind; ihr Xylem bildet nach ihrer Vereinigung eine zangenförmige Figur (Taf. V, 14), wobei die Enden so umgeschlagen sind, dass sie das Xylem der Schenkel wieder berühren und einen Theil von Phloem und Parenchym abschliessen. Die Tracheiden an diesen Enden sind ausserordentlich eng. — Einem Ω ähnelnde Querschnittsfiguren haben Pteris vespertilionis und Pteris aquilina (Taf. V, 18, VI, 1). Bei ersterer erfolgt bald Vereinigung der Bündel zu einem etwa hufeisenförmigen Bündel, wobei jedoch die Schenkel des Hufeisens in der Mitte eine Knickung erfahren haben, so dass die Enden nach aussen divergiren. Bei Pteris aquilina anastomosiren die Bündel in ihrem Verlaufe in der unregelmässigsten Weise, so dass unweit von der Basis die ursprüngliche Figur nur schwer zu erkennen ist. — Pteris tremula und Pt. flabellata haben ein einfaches hufeisenförmiges Bündel (Taf. V, 17). — Die Bündel von Pt. aquilina, Pt. vespertilionis und beiden letztgenannten, sind concentrisch. Der Gefässtheil entspricht in seiner Form der des ganzen Bündels; die Protoxylemgruppen liegen bei den hufeisenförmigen Bündeln auf der Innenseite des Hufeisens, bei Pt. vespertilionis liegen sie bei den beiden seitlichen Strängen nach der Medianlinie zu, eine oben an dem leicht einwärts gekrümmten Ende und eine unten. Die beiden den Cyatheaceenssträngen ähnlichen Unterstränge haben, wie diese, eine, ebenso wie dort gelagerte Protoxylemgruppe. — Pt. tremula hat 6 Gruppen, je eine in einem jeden leicht einwärts gekrümmten Schenkelende, je eine an den beiden Ansatzstellen der Schenkel an das Querband, und zwei in dem letzteren. Pt. flabellata hat 12 ähnlich gelagerte Gruppen; in dem Querband haben sich an der Basis des Stieles die einer jeden Gruppe zugehörigen Tracheidenkörper noch nicht vereinigt. — Bei Pt. aquilina liegen die Protoxylemgruppen in gleichem Sinne geordnet, wie es vorhin für Lomaria zamioides beschrieben wurde; die grösseren Bündel

haben mehrere, die kleineren eine Protoxylemgruppe. — Die übrigen Elemente der Gefässbündel zeigen den gewöhnlichen Bau und ebensolche Anordnung. — Was die übrigen Gewebe angeht, so ist die Epidermis im unteren Theile des Stieles entweder braun oder farblos und verholzt, ebenso ist der Sklerenchymcylinder unten braun. Die Spalten im letzteren gehen bis zur Basis; das Füllgewebe ist sehr schön bei Pt. japonica ausgebildet (Taf. VIII, 4), wo es verholzt ist. Letzteres ist auch der Fall bei Pt. aquilina, Pt. flabellata; bei Pt. tremula und Pt. vespertilionis ist es braun gefärbt. — Eine Stützscheide findet sich bei Pt. japonica, eine Sklerenchymscheide bei Pt. vespertilionis. Bei Pt. aquilina haben die Bündel auf ihrer der Aussenseite der ganzen Figur zugekehrten Seite einen nicht sehr mächtigen Sklerenchymbeleg (Taf. V, 18a); auf der Innenseite liegen ausserhalb der Endodermis zwei bis drei Lagen von Parenchymzellen, der übrige Raum im Innern wird von einem mächtigen Sklerenchymkörper eingenommen. Hier wie bei Pt. vespertilionis ist das Sklerenchym braun gefärbt; bei Pt. aquilina reicht es nicht sehr weit im Blattstiel herauf, oben sind die Bündel ohne Scheide. — Das Grundparenchym ist bei Pt. tremula, Pt. flabellata, Pt. vespertilionis braun gefärbt.

2. Adiantum. Die dünnen Stiele von Adiantum concinnum und Adiantum trapeziforme enthalten zwei ovale Gefässbündel, deren Xylem die gewöhnliche Form hat; bei A. concinnum sind die Enden nur leicht gekrümmt, bei A. trapeziforme stärker. Bei der Vereinigung der Bündel nimmt das Xylem bei ersterem eine Vförmige, bei letzterem eine zangenförmige Gestalt an. In der Mitte der Innenseite der Bündel von A. trapeziforme ist der Siebtheil fast continuirlich unterbrochen. — Sämmtliche Elemente der Gefässbündel sind sehr klein, namentlich die des Siebtheils. — A. trapeziforme var. pentadactylon, ein etwas grösserer Stiel, gehört dem Asplenientypus an. Form und Bau der Bündel, sowie deren Vereinigungsweise stimmt ganz mit den Asplenien der ersten Gruppe überein. Der Gefässtheil hat an dem oberen Haken zwei, an dem unteren eine Protoxylemgruppe. Die im Gefässtheil vorkommenden faserförmigen Zellen, welche sich in geringer Zahl auch bei A. trapeziforme finden, sind schon oben beschrieben worden. — Im übrigen Baue stimmen die Adianten

überein. Die Epidermis besteht aus sehr dickwandigen prosenchymatischen Zellen mit braungefärbten Wänden, ein gleiches ist bei dem Sklerenchymcylinder der Fall; auch das Parenchym hat braun gefärbte Wände. — Sklerenchymunterbrechungen sind nicht vorhanden.

3. Allosorus falcatus und A. rotundifolius schliessen sich direct an Adiantum an; nur sind die Gefässbündel schon in der Basis vereinigt zu einem herzförmigen Bündel mit zangenförmigem Xylem; auch hat das Bündel eine Sklerenchymscheide. Alle übrigen Verhältnisse sind wie bei Adiantum.

4. Gymnogramme Boucheana und G. Peruviana zeigen den gleichen Bau. Die Gefässbündel neigen in ihrer Ausbildung mehr dem Asplenientypus zu, in dem oberen und unteren Haken befindet sich je eine Protoxylemgruppe. Der Sklerenchymring ist unterbrochen, die Epidermis bleibt aber auch an diesen Stellen dickwandig. Zwischen den dickwandigen Zellen liegen die chlorophyllführenden Spaltöffnungen.

5. Ceratopteris thalictroides hat denselben Bau wie Lomaria zamioides. Der Stiel enthält an der Oberseite ein grösseres Bündel in der Mitte, zu beiden Seiten desselben je zwei oder drei kleinere, an der Unterseite vier bis fünf Bündel (Taf. VI, 3). Alle Bündel sind collateral gebaut; der Gefässtheil ist nach der Oberseite, der Siebtheil nach der Unterseite gekehrt (Taf. VIII, 6); auch alle Protoxylemgruppen liegen oben. Um die eigenthümliche Anordnung der Bündel zu erklären, kann man vielleicht annehmen, dass das obere mittlere Bündel dem Bündel b (Taf. VI, 2a—b) bei Lomaria zamioides entspricht, die seitlich davon gelegenen den Bündeln von b—a, und die unteren könnte man als Rest des unteren Bogens ansehen. Die Zwischenglieder, welche in dem kleineren weiter oben geführten Querschnitte von Lomaria (Taf. VI, 2b) noch zwischen den oberen Bündeln und dem unteren Bogen existiren, würden hier weggefallen sein. Die Gefässbündel sind, wie bei Lomaria, von einer Sklerenchymscheide umgeben; die Endodermis ist auch hier nicht verkorkt, sondern schwach verholzt. Die Elemente des Gefässbündels sind sehr klein. Ein Sklerenchymcylinder ist nicht vorhanden, der Stiel bekommt seinen einzigen Halt durch die Gefässbündel.

6. Polypodium zeigt fast durchgängig gleichartige Ausbildung. Ueberall finden sich zwei ovale Oberstränge mit einem oder einer

Mehrzahl von Untersträngen. Die Oberstränge haben einen ähnlichen Holzkörper, wie die der Aspidien, doch sind die Enden kaum umgeschlagen, die Untersträngе haben denselben Bau, wie die der Aspidien. Die Untersträngе vereinigen sich wie bei den Aspidien zu einem Strang, welcher sich mit dem einen oder anderen der Oberstränge vereinigt. Eine Ausnahme macht Polypodium adnatum, wo die Oberstränge sich schon vereinigen, wenn noch vier Untersträngе vorhanden sind (Taf. V, 11). Letztere vereinigen sich auch bald zu einem Bündel, welches an den unteren Theil des oberen einzigen Bündels herantritt. — Die Vereinigung der Oberstränge erfolgt überall in ähnlicher Weise, wie wir es bei den Asplenien der zweiten Gruppe geschehen sahen. Es entsteht so schliesslich ein etwa Tförmiger Holzkörper im Gegensatze zu dem zangenförmigen der Aspidien. — Der übrige Bau der Polypodien ist ebenfalls sehr gleichmässig. Von den untersuchten Arten hatten unverholzte Epidermis P. Moritzianum, P. ireoides und P. pustulatum. Bei P. ireoides sind die Epidermiszellen sehr kurz, während sie sonst die gewöhnliche gestreckte Form haben. Der Sklerenchymcylinder ist gewöhnlich farblos; nur Polypodium Moritzianum hat ausserordentlich stark verdickte, braun gefärbte Wandungen. Die meisten Polypodiaceen besitzen entweder eine ungetheilte Lamina oder fast bis zur Basis herablaufende Flügel. Der Sklerenchymcylinder ist daher meist nur so weit unterbrochen, als die genannten Organe am Stiele herabreichen. Weiter unterhalb, oder wo die Organe fehlen, finden wir eine ganz ähnliche Ausbildung, wie sie für die Osmundaceen beschrieben wurde, nur dass hier die Streifen continuirlich zu beiden Seiten des Stieles herablaufen. Der Sklerenchymcylinder ist auch hier nicht unterbrochen, die etwas erhabenen Streifen bestehen aus einer auf dem Querschnitte geringen Anzahl von chlorophyllhaltigen Zellen, welche die Form der Zellen des Füllgewebes haben. Am schönsten zeigt uns diese Ausbildung P. Moritzianum; da die Oberfläche des Stieles eine braune Farbe hat, heben sich die beiden grünen Streifen gut ab. — Alle untersuchten Polypodien hatten mit Ausnahme von P. Moritzianum eine ein- oder zweischichtige Stützscheide. Was die Zahl der Gefässbündel angeht, so hatten: P. vulgare 5, P. caespitosum 3,

P. Moritzianum 3, P. adnatum 7, P. ireoides 7—8, P. repens 10, P. pustulatum 2.

7. Platycerium alcicorne hat einen sehr kurzen Stiel, welcher sich sofort nach seinem Eintritt in die ungetheilte Lamina unregelmässig sympodial verzweigt; die Zweige haben den Charakter von Blattnerven. An seiner Basis enthält der Stiel zwei Oberstränge, welche einen nicht gekrümmten Gefässtheil haben, und vier Unterstränge. Alle Bündel sind mit einer Stützscheide versehen. Die ersten Seitenzweige gehen von den Obersträngen aus, dann aber theilt sich das ganze Bündelsystem, und in unregelmässiger Weise biegen die Bündel in die Seitennerven aus. Verfolgt man ein Bündel in seinem Verlaufe, so bemerkt man deutlich, dass es, je schwächer es wird, einen immer mehr collateralen Charakter annimmt. Der Sklerenchymring ist von einer mehrschichtigen Parenchymzone umgeben; beim Ansatz der Lamina wird er unterbrochen, und die einzelnen Nerven werden von einer oberen und einer unteren Sklerenchymschiene begleitet.

Acrosticheen.

1. Acrostichum simplex und A. viscosum haben einen sehr übereinstimmenden Bau. Neben den Obersträngen haben sie drei oder vier Unterstränge. Erstere sind oval und enthalten bei A. simplex einen oben umgeschlagenen Gefässtheil, während derselbe bei A. viscosum nur einen schmalen stark nach aussen gebogenen Streifen darstellt, wie er etwa bei den Asplenien der zweiten Gruppe vorkommt. Bei A. simplex divergiren die Gefässtheile unten im Stiele nicht sehr, während sich ihre oberen Enden weiter nach oben immer mehr nach aussen biegen, so dass schliesslich die Gefässtheile fast senkrecht gegen die Medianlinie gerichtet sind. Die Unterstränge haben denselben Bau wie bei den Aspidien; auch der Verlauf der Bündel ist wie dort. Die Oberstränge vereinigen sich erst ganz an der Spitze des Stieles. — Alle Bündel sind mit einer Stützscheide versehen. — Die Epidermis ist unverholzt; der Sklerenchymcylinder ist im unteren Theile des Stieles von A. simplex braun gefärbt. Die Spalten im Cylinder sind continuirlich bis zur Basis herablaufend; das wenig charakterisch entwickelte Füllgewebe ist verholzt.

2. Chrysodium crispatulum und Ch. flagelliforme schliessen sich eng an Acrostichum an. Die Gefässtheile haben die Form wie bei A. simplex, divergiren jedoch nach oben nicht so sehr. Sklerenchymunterbrechungen sind nicht vorhanden. Im unteren Theile des Stieles ist das Parenchym braun gefärbt. Beide Chrysodien enthalten sieben Gefässbündel.

3. Polybotrya cervina zeigt eine abweichende Anordnung der Gefässbündel. Auch hier sind zwei ganz wie bei Acrostichum simplex gebaute Oberstränge vorhanden, die Unterstränge liegen aber nicht in einem Kreisbogen, sondern die ganze Querschnittsfigur ist Ωförmig; es sind im ganzen 13 Stränge vorhanden. — Die Bündel haben eine unten braune, oben farblose Sklerenchymscheide. — Der übrige Bau ist wie bei Acrostichum; das Füllgewebe der Spalten ist schön ausgebildet.

5. Gleicheniaceen.

Von Gleicheniaceen stand mir lebendes Material nicht zu Gebote. Um aber auch diese wenigstens hinsichtlich des allgemeinen Baues zur Vergleichung mit heranzuziehen, untersuchte ich Stiele von Gleichenia dichotoma und Gl. rigida, welche ich dem Herbarium des botanischen Gartens zu Leipzig entnahm. Das einzige Gefässbündel ist rinnenförmig, die Ränder der Rinne sind wie bei den Osmundaceen nach innen umgebogen. Das Gefässbündel zeigt auf dem Querschnitte nicht überall die gleiche Stärke (Taf. VII, 1); bevor die Schenkel nach innen sich umbiegen ist es am schwächsten, die umgeschlagenen Enden sind wieder stärker. Letztere können soweit umgeschlagen sein, dass sie die Schenkel von innen wieder berühren und eine Gewebepartie, die nicht zum Gefässbündel gehört, vollständig einschliessen. Bei G. dichotoma fand ich im Siebtheil vereinzelte, bei G. rigida eine grosse Anzahl der oben beschriebenen faserförmigen Elemente; im Gefässtheil kamen sie nicht vor. — Grundparenchym fehlte vollständig; die äussersten Zellen des Sklerenchymcylinders waren braun gefärbt, nach innen wurden die Zellen etwas dünnwandiger und zeigten gelbe Farbe der Wände; die unmittelbar an die Endodermis stossenden Zellen haben wieder sehr verdickte Wände. Das Sklerenchym nimmt auch den von dem Gefässbündel eingeschlossenen Raum

ein und zeigt hier im Querschnitte etwa eine ankerförmige Gestalt. — Die schon oben erwähnte eigenthümliche Verzweigung des Gefässbündels findet folgendermassen statt. Zunächst bauchen sich diejenigen seitlichen Stellen, wo das Bündel am schwächsten ist seitlich schleifenförmig aus, wie dies etwa bei der Verzweigung der Osmundaceenbündel der Fall ist, nur dass hier ein viel grösserer Theil des Bündels in Mitleidenschaft gezogen wird. Die umgeschlagenen Enden schliessen sich ganz zu einem Ringe, welcher nach und nach abgeschnürt wird. Die Schenkelenden sind nach der Abschnürung schon wieder eingeschlagen (Taf. VII, 1 a — b). Der ganze untere Theil des Bündels hat sich verbreitert und zeigt jetzt neben dem ursprünglichen Buckel a (1 b) zwei neue seitlich davon, b und c. Die abgeschnürten Ringe öffnen sich nun auf ihrer Unterseite und die beiden Enden entfernen sich immer mehr von einander (1 c); etwa in der Mitte der Innenseite tritt oben ein Fortsatz auf, welcher nach der geöffneten Stelle des Ringes hin wächst, so dass eine etwa Eförmige Figur entsteht (1 d). Die Buckel a, b und c haben sich immer mehr von einander entfernt, und die Stellen zwischen ihnen sind dünner geworden und haben sich nach oben gewölbt, so dass jetzt schon deutlich die drei neuen Bündel zu erkennen sind mit den Ausgangspunkten der Schenkel a, b, c. Von den ursprünglichen Schenkeln, die sich immer weiter entfernt haben, gehört der eine dem neu entstehenden Bündel b, der andere dem Bündel c an; die Fortsätze a — b und a — c wachsen immer weiter, bis sie sich mit den Stellen x vereinigen; a — b bildet dann den neuen gemeinschaftlichen Schenkel von a und b, a — c den zwischen a und c. Durch allmähliche immer weiter gehende Einschnürung trennen sich schliesslich die drei Bündel. Von den ursprünglich abgeschnürten und dann geöffneten Ringen gehören die einander zugekehrten Hälften dem Bündel a an und bilden dessen eingeschlagene Enden, die abgewandten Hälften gehören je eine zu b und c.

6. Schizaeaceen.

Schizaea penicillata, welche ich dem Herbarium entnahm, hat genau den Bau, wie ihn Prantl[1]) beschreibt. Das ovale mit

1) Schizaeaceen, p. 23 ff.

der längeren Axe quergestellte Bündel hat eine deutliche Endodermis, auf welche eine Zone weiter Parenchymzellen folgt. Den oberen Theil nimmt der etwa sichelförmige Gefässtheil ein, sich direct an die Parenchymzone anlegend. An beiden Enden der Sichel liegen die Protoxylemgruppen; in der Mitte der Unterseite der Sichel springen einige grössere Tracheiden vor. Sie sind durch eine aus 6—8 Zellen bestehende Parenchymzone von dem Siebtheil getrennt. Letzterer ist an dieser Stelle am schwächsten; er bildet ein nach beiden Seiten hin verbreitertes Band. Rechts und links von der vorspringenden Gruppe von Tracheiden liegen die oben erwähnten faserförmigen Elemente, den noch übrigen Raum zwischen Gefäss- und Siebtheil erfüllend, ohne von beiden durch Parenchymzellen getrennt zu sein. (Vgl. die vortreffliche Abbildg. Prantls, Schiz., Tafel VII, 38). — Mechanisches Gewebe ist vorhanden, neben dem Gefässbündel trägt die dickwandige Epidermis mit zur Stütze des Stieles bei.

2. Lygodium. Auch hier fand ich die Angaben Prantls bestätigt. L. mexicanum und L. simplex haben ein rundes oben etwas abgeplattetes Gefässbündel. Der Gefässtheil hat etwa die Gestalt eines Dreiecks, dessen Spitze nach unten gekehrt ist und dessen drei Ecken abgestumpft sind. An jeder der abgestumpften Ecken liegen zwei Protoxylemgruppen. Der Siebtheil ist gewöhnlich an diesen Stellen unterbrochen; zu beiden Seiten ist er am mächtigsten ausgebildet. — Sämmtliche Elemente des Bündels sind gut entwickelt und namentlich zeichnen sich die Tracheiden durch ihre Weite aus; charakteristisch ausgebildete Protophloemzellen fehlen. Die eigenthümlichen Fasern sind nur spärlich an der Oberseite des Xylems vorhanden. — Die Bündel sind von einer braunen Sklerenchymscheide umgeben. — Die Epidermis ist verholzt, ebenso ein grosser Theil der Grundparenchymzellen. Sklerenchymunterbrechungen sind nicht vorhanden.

3. Ancimia phyllitidis besitzt ein zweischenkeliges Gefässbündel mit nach oben gerichteten Schenkeln. Das Xylem hat dieselbe Gestalt; in dem Winkel liegt eine, an den Schenkelenden je eine länger gestreckte Protoxylempruppe, welche sich auch in zwei Gruppen theilen kann. Der Siebtheil reicht nicht um den ganzen Gefässtheil herum; der Raum in dem Winkel wird von Strangparenchym eingenommen. In der Mitte der Unterseite und auf der

inneren Seite der beiden Xylemenden werden die Siebröhren durch faserförmige Elemente vertreten (Taf. VIII, 10). — Die Epidermis besteht aus langen parenchymatischen Elementen mit stark verdickten Wänden. Unterbrechungen im Sklerenchymcylinder sind nicht vorhanden. — Das Grundparenchym ist im unteren Theile des Stieles braun gefärbt.

4. Mohria thurifraga hat ganz denselben Bau wie Aneimia phyllitidis; doch liegt zwischen beiden Schenkeln des Gefässbündels im Winkel ein Strang von dunkelbraunem sehr dickwandigen Sklerenchym. Im Gefässbündel fehlen die Fasern. Die Epidermis ist nicht dickwandig, unten ist sie braun gefärbt, oben zeigt sie Verholzung.

7. Hymenophyllaceen.

1. Trichomanes radicans zeigt im unteren Theile des Stieles ein rundes Gefässbündel, mit ringförmigem Xylem, weiter oben öffnet sich der Ring an der Oberseite und das Bündel wird herzförmig. Der von dem Ringe eingeschlossene Theil besteht nur aus Parenchymzellen; der Siebtheil umgiebt nur den unteren Theil des Gefässtheils. — Die Epidermis ist unverholzt; ein eigentliches Grundparenchym ist nicht vorhanden; die Zellen sind dickwandig und verholzt.

2. Hymenophyllum tunbridgense hat ein rundes collaterales Gefässbündel. Zu äusserst liegt eine Lage ziemlich weiter Parenchymzellen; ihr liegt auf der Oberseite direct der Gefässtheil an, welcher aus drei bis vier grösseren Tracheiden besteht, die in der Mitte des Bündels neben einander liegen, und einer Anzahl von kleineren, welche mit der Protoxylemgruppe darüber liegen. Die untere Hälfte des Bündels wird von dem Phloem eingenommen. — Die Epidermis ist kurzzellig und unverholzt; Parenchym ist nicht vorhanden; der aus dickwandigen braunen Zellen bestehende Sklerenchymcylinder umgiebt direct das Bündel.

Es sei hier zum Schlusse mit Bezug auf die Hymenophyllaceen und Schizaeaceen nochmals auf die viel eingehenderen Untersuchungen Prantls hingewiesen, welche ich in allen Punkten bestätigt fand.

Schluss.

Werfen wir zum Schlusse einen Blick auf das ganze von uns untersuchte Gebiet zurück, so ergiebt sich, dass im Ganzen der Bau der Farnblattstiele ein sehr übereinstimmender ist. Grössere Unterschiede ergeben sich nur aus der verschiedenen Ausbildung des Gefässbündelsystems. Und doch sind auch diese nur äusserliche. Es stehen sich zwei schärfer getrennte Gruppen gegenüber, die eigentlichen Filices und die Marattiaceen. Den ersteren fehlen markständige Bündel; alle Bündel liegen im Querschnitte auf einer einzigen Curve, die in ihren verschiedenartigen Windungen allerdings oft dem Centrum des Stieles nahe tritt, es lassen sich aber die complicirteren Bündelsysteme recht gut von den einfacheren ableiten. Die innerhalb des peripherischen Bündelkreises gelegenen Bündel oder Bündelkreise der Marattiaceen kann man aber mit Fug und Recht markständige nennen; innerhalb der äusseren Figur bilden sie wieder ihre besonderen Figuren. Auch zeigen die Marattiaceen in der Zusammensetzung der Gewebe tiefergehende Unterschiede von den eigentlichen Filices.

Fragen wir uns nun, ob überhaupt eine anatomische Systematik der Farnblattstiele aufgestellt werden kann, so haben wir gesehen, dass die einzelnen Familien im Allgemeinen eine charakteristische Ausbildung zeigen, auch einzelne Gattungen sind hie und da recht wohl fixirt; indessen eine streng durchgeführte einheitliche Systematik, die uns auch nur zur Trennung der einzelnen Arten dienen würde, aufzustellen, dürfte mit unendlichen Schwierigkeiten verknüpft sein. Dieselbe würde äusserst künstlich werden, und es müsste für jeden einzelnen Fall der ganze Blattstiel zur Untersuchung gelangen. — Doch bei unserer jetzigen, morphologischen, sehr vollkommenen und vor allem leichter anzuwendenden Systematik der Farne kommt die Bedürfnissfrage einer anatomischen Systematik gar nicht in Betracht. Es genügt uns gesehen zu haben, dass auch bei den Farnblattstielen morphologische und anatomische Ausbildung in enger Beziehung stehen, und dass die Familien, welche die Systematik in Folge ihrer morphologischen Charaktere unterscheidet, auch in anatomischer Hinsicht charakteristische Verschiedenheiten zeigen.

Ist nun eine anatomische Systematik der lebenden Farnblatt-

stiele nicht gut denkbar, so ist sie vollends für die Paläontologie unmöglich, wo dem Forscher in der Regel nicht ganze Stiele, sondern meist nur Bruchstücke zur Verfügung stehen, von denen er nicht weiss, aus welcher Höhe sie stammen. Er wird also, da er dazu doch meist nur auf die Unterschiede in Anordnung und Form der Bündel, oder der Gestalt des Xylems angewiesen ist, aus verschiedenenen Höhen eines Blattstieles gewonnene Querschnitte oft als verschiedenen Arten zugehörig betrachten, andererseits wird er ähnliche Querschnitte verschiedener Stiele für einer Art zugehörig halten. — Angehörige verschiedener Familien wird man allerdings in den meisten Fällen mit Sicherheit von einander trennen können.

Figuren-Erklärung.

Tafel V—VIII.

In den Figuren bedeutet überall: Xyl Xylem, Prx Protoxylem, Sbr Siebröhren, Prph Protophloem, Stp Strangparenchym, Ss Schutzscheide, Tr Tracheiden, Gs Gerbstoffschläuche, Skl Mechanisches Gewebe.

Tafel V.

Schematische Querschnitte.

Fig. 1. Cystopteris fragilis.

Fig. 2. Phegopteris hexagonoptera; an den Stellen U ist die Protophloemzone unterbrochen.

Fig. 3. Onoclea sensibilis; a. ganzer Querschnitt; b. das rechte Gefässbündel stärker vergrössert.

Fig. 4. Asplenium thelypteroides; a. aus der Basis; b. fast an der Spitze.

Fig. 5. Asplenium obliquum; a. aus der Basis; b. nach Vereinigung der Gefässbündel.

Fig. 6. Struthiopteris germanica.

Fig. 7. Skolopendrium officinarum; a. aus der Basis; b. mit beginnender Vereinigung der Gefässbündel.

Fig. 8. Asplenium Nidus; a. aus der Basis; b. nach Vereinigung der Gefässbündel.

Fig. 9. Aspidium filix mas; a. aus der Basis; b. am Ende des dritten Viertels; c. fast an der Spitze.

Fig. 10. Blechnum punctulatum; das rechte Gefässbündel ist im Begriff einen Seitenzweig abzugeben.

Fig. 11. Polypodium adnatum; a. aus der Basis; b. aus der Mitte; c. fast an der Spitze.

Fig. 12. Aspidium dilatatum; a. vor der Dichotomie; b. mit beginnender; c. fast vollendeter Dichotomie.

Fig. 13. Asplenium esculentum; a ganzer Querschnitt; b. ein Theil des Gefässbündels stärker vergrössert.

Fig. 14. Pteris japonica; nach Vereinigung der Gefässbündel.

Fig. 15. Hypolepis repens.

Fig. 16. Hypolepis tenuifolia; Erklärung der zugefügten Buchstaben im Texte.

Fig. 17. Pteris tremula; a. aus der Basis; b. mit Verzweigung.

Fig. 18. Pteris aquilina; a—d. Schnitte aus verschiedenen Höhen; a. aus der Basis.

Tafel VI.

Schematische Querschnitte.

Fig. 1. Pteris vespertilionis.

Fig. 2. Lomaria zamioides; a. aus der Basis; b. aus dem obersten Viertel; Erklärung im Texte.

Fig. 3. Ceratopteris thalictroides; Querschnitt mit Luftgängen.

Fig. 4. Cyathea insignis; Schnitte aus verschiedenen Höhen; a. etwa aus der Mitte.

Fig. 5. Hemitelia spectabilis; Schnitte aus verschiedenen Höhen; b. mit rechts beginnender, links vollendeter Verzweigung des Gefässbündelsystems.

Fig. 6. Cyathea mexicana; a. aus der Basis; b. aus der Mitte; c. fast an der Spitze.

Fig. 7. Alsophila aspera.

Fig. 8. Cyathea medullaris; aus der Basis.

Fig. 9. Alsophila guianensis.

Fig. 10. Cibotium Schiedei.

Fig. 11. Dicksonia carsteniana.

Fig. 12. Cibotium glaucescens; a. aus der Basis; b. an der ersten Verzweigung; c. fast an der Spitze.

Fig. 13. Hemitelia bella.

Fig. 14. Asophila Humboldtii.

Fig. 15. Dicksonia antarctica.

Fig. 16. Marattia arguta; a. vor der Dichotomie; b. mit beginnender, c. fast vollendeter Dichotomie.

Fig. 17. Angiopteris evecta; Gg Gummigänge.

Fig. 18. Marattia laxa; a. aus der Basis; b und c aus dem obersten Theile.

Fig. 19. Asplenium filix femina; Querschnitt eines Gefässbündels; der in der Figur rechts liegende Theil ist der Unterseite des Blattstieles zugekehrt.

Fig. 20. Apidium Thelypteris; Querschnitt des Gefässbündels.

Tafel VII.

Fig. 1. Gleichenia dichotoma; Verzweigung des Gefässbündels; Erklärung im Texte.

Fig. 2. Aspidium filix mas; a. Querschnitt des linken Oberstranges; b. Quer-

schnitt des mittleren Unterstranges; die in das Xylem Xyl einspringenden und die von ihm umschlossenen Stp bezeichneten dunkler schattirten Partieen stellen Strangparenchymgruppen dar.

Fig. 3. Osmunda regalis; a. Gefässbündelquerschnitt; b. Verzweigung, links beginnend, rechts fast vollendet.

Fig. 4. Hemitelia bella; a—b. Querschnitte zweier neben einander liegender Gefässbündel.

Fig. 5. Blechnum boreale; gewellte Wände der Epidermiszellen in der Flächenansicht.

Fig. 6. Osmunda regalis; Epidermis an der Blattbasis mit den Lücken L; a. Flächenansicht; b. Querschnitt.

Fig. 7. Angiopteris evecta; a. Gerbstoffschläuche; b. sich gabelnder Gummigang.

Tafel VIII.

Fig. 1. Marattia arguta; Querschnitt eines Gefässbündels.

Fig. 2. Aspidium rigidum; Füllgewebe der Sklerenchymspalten im tangentialen Längsschnitt.

Fig. 3. Hypolepis tenuifolia; dasselbe.

Fig. 4. Pteris japonica; Füllgewebe im radialen Längsschnitt, die Luftcanäle zeigend (in der Figur in liegender Stellung).

Fig. 5. Pteris aquilina; Stück eines Gefässbündels; bei U ist die Protophloemzone unterbrochen.

Fig. 6. Ceratopteris thalictroides; Querschnitt eines Gefässbündels.

Fig. 7. Hemitelia spectabilis; Stück eines Gefässbündelquerschnittes; vor den Protoxylemzellen Prx ist eine grosse dickwandige Zelle mit Tüpfeln des thyllenartigen Gewebes sichtbar.

Fig. 8. Alsophila Humboldtii; Längsschnitt durch das Phloem; links würde sich das Xylem anschliessen.

Fig. 9. Angiopteris evecta; dasselbe.

Fig. 10. Aneimia phyllitidis; mittlerer Theil des Gefässbündels im Querschnitt, die Faserzellen F zeigend.

Fig. 11. Adiantum trapeziforme, var. pentadactylon; Theil des Gefässbündelquerschnittes mit den Fasern F.

Fig. 12. Adiantum trapeziforme, var, pentadactylon; Längschnitt durch das Xylem mit den Fasern F.

Fig. 13. Aneimia phyllitidis; Längsschnitt durch das Phloem an der in Fig. 10 im Querschnitt abgebildeten Stelle; links würde das Xylem folgen.

Vita.

Am 12. Mai 1863 wurde ich, Karl Friedrich Thomae, zu Flacht im Amte Diez, Reg.-Bez. Wiesbaden, als zweiter Sohn des dortigen Pfarrers Jakob Thomae geboren. Nachdem mein Vater im Jahre 1865 nach Wehrheim im Amte Usingen versetzt worden war, trat ich Ostern 1869 in die dortige Elementarschule ein. Nach der im Jahre 1871 stattgehabten Versetzung meines Vaters nach Weisel im Amte St. Goarshausen, besuchte ich auch dort bis zu dem im Sommer 1874 erfolgten Ableben meines Vaters die Elementarschule. — Von meinem neunten Jahre an hatte mein Vater mich in den Gymnasialfächern zu unterrichten begonnen, und durch den weiteren Unterricht meines älteren Bruders Heinrich wurde es mir möglich, im Herbst 1874 in die Quarta des Gymnasiums zu Wiesbaden einzutreten. Nachdem ich mir Ostern 1881 das Zeugniss der Reife auf der genannten Anstalt erworben hatte, bezog ich die Universität Leipzig, wo ich mich dem Studium der Naturwissenschaften widmete und bis jetzt verweilte. Ich hörte die Vorlesungen der Herren Professoren DDr. Credner, Drobisch, Hankel, Klein, Kolbe, Leuckart, Meyer, Schenk, Wundt, Zirkel, und diejenigen der Herren Docenten DDr. Ambronn, Fischer und Marshall; auch arbeitete ich in den Laboratorien der Herren Professoren DDr. Kolbe, Leuckart, Schenk und Zirkel; ausserdem beteiligte ich mich an dem von Herrn Dr. Fischer geleiteten botanischen Colloquium. —

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle vor allem meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh.-Rath Prof. Dr. Schenk, sowie Herrn Dr. Ambronn meinen aufrichtigsten Dank zu sagen für das wohlwollende Interesse, mit welchem sie meine Studien verfolgten, insbesondere aber für die freundliche Unterstützung, welche sie mir bei meiner vorliegenden Untersuchung zu Teil werden liessen.

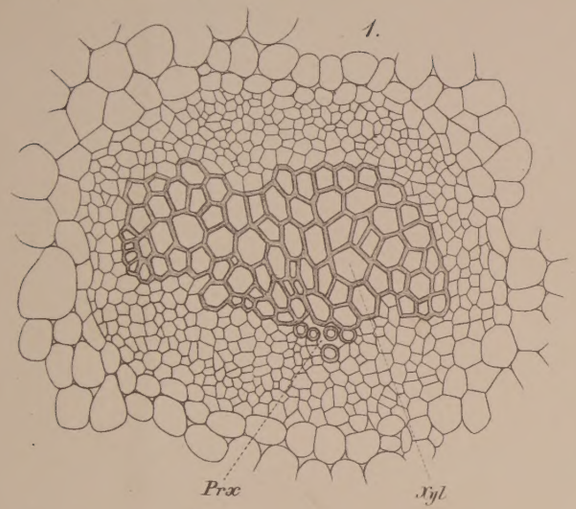
Leipzig, Januar 1886.

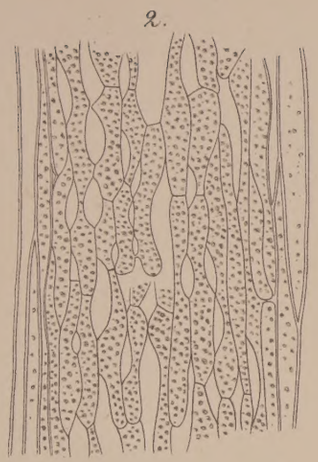
Karl Thomae.

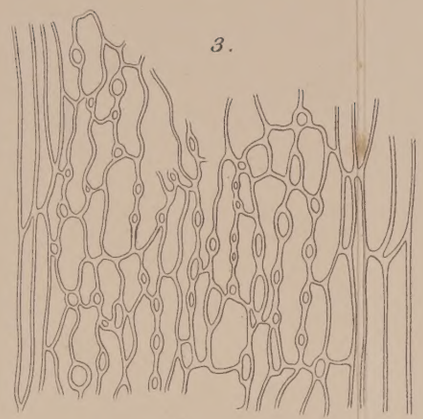
K. Thomae gez. C. Laue lith.

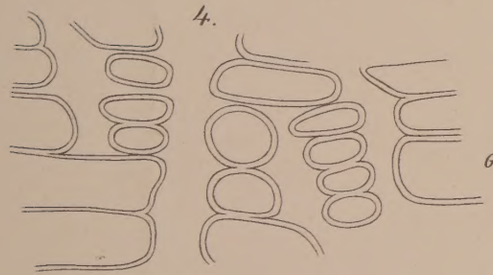
K. Thomae gez. C. Laue lith.

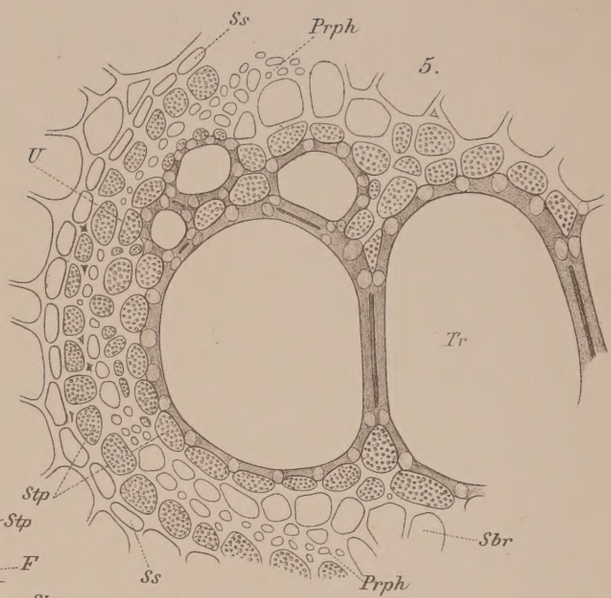
K. Thomae gez. C. Laue lith.

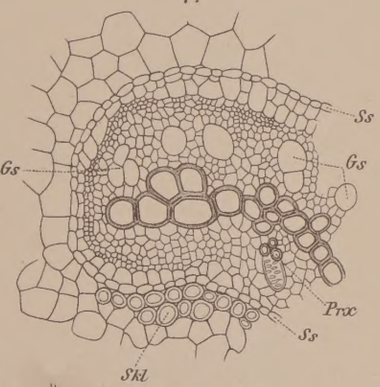

1.
Prx
Xyl

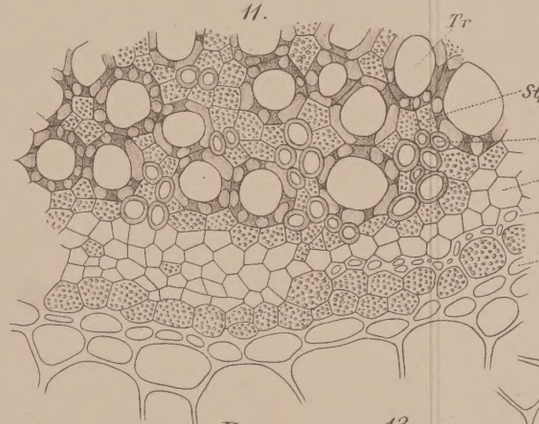

2.

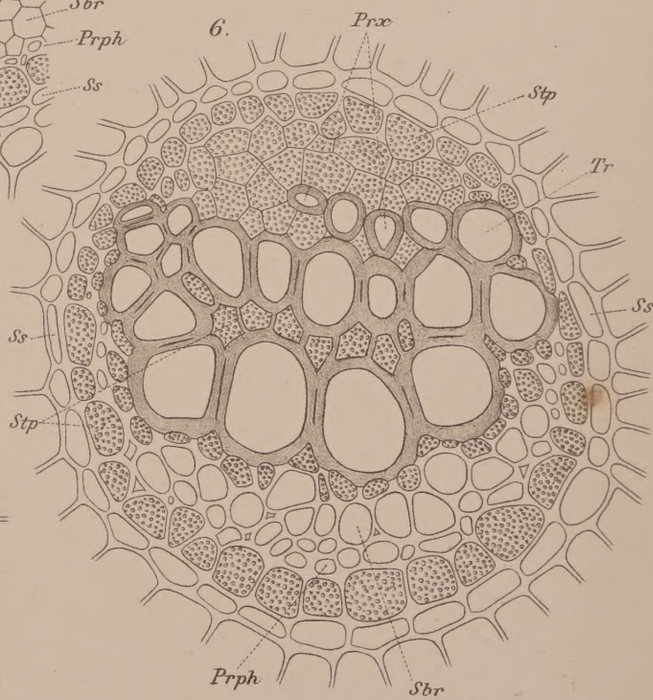

3.

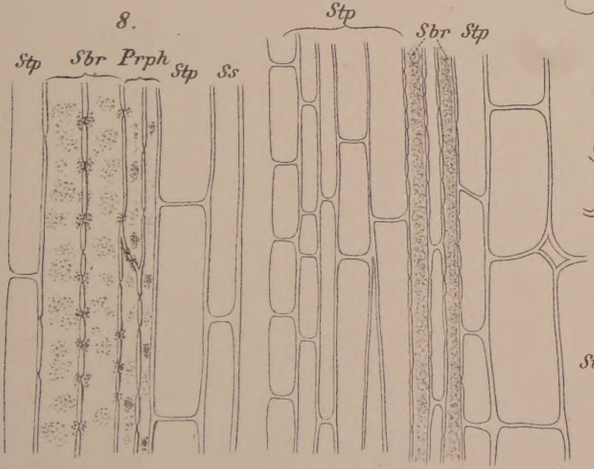

4.


5.
Ss
Prph
U
Tr
Stp
Sbr
Ss
Prph

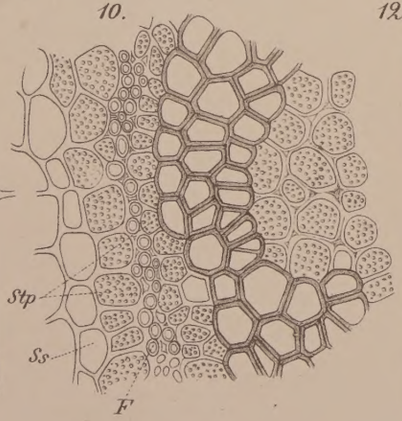

7.
Ss
Gs
Gs
Prx
Ss
Skl


11.
Tr
Stp
F
Sbr
Prph
Ss

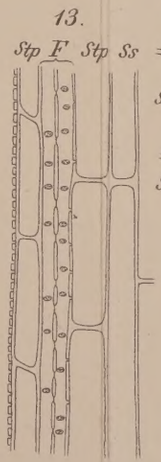

6.
Prx
Stp
Tr
Ss
Ss
Stp
Prph
Sbr


8.
Stp
Sbr
Prph
Stp
Ss

9.
Stp
Sbr
Stp


10.
Stp
Ss
F

12.
Tr
F
Tr


13.
Stp
F
Stp
Ss